

CATALOGADO

Distr.
RESTRINGIDA

LC/MEX/R.380
11 de diciembre de 1992

ORIGINAL: ESPAÑOL

BIBLIOTECA NACIONES UNIDAS MEXICO

CEPAL

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

**SISTEMAS ELECTRICOS INTERCONECTADOS DE EL SALVADOR Y GUATEMALA:
DISEÑO DEL ESQUEMA DE DESCONEXION DE CARGA
POR BAJA FRECUENCIA**

El estudio se llevó a cabo en la sede de la Unidad de Ingeniería Especializada (UIE) de la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.), en la ciudad de México, del 30 de noviembre al 11 de diciembre de 1992. Participaron, por la CEL, Luis Enrique González, Julio Rigoberto Artero y José Roberto Puente; por el INDE, Luis Alberto Maldonado Salazar y Manuel Efraín Medina; por EEGSA, Luis Arturo Méndez; por la UIE, Gustavo Villa Carapia, Gilberto Carreón y Jesús González, y por el PARSEICA, Luis Roberto Escalante.

Este documento no ha sido sometido a revisión editorial.

INDICE

	<u>Página</u>
PRESENTACION	1
RESUMEN Y ANTECEDENTES	2
I. MARCO CONCEPTUAL	5
1. Filosofía de los esquemas de desconexión por baja frecuencia (EDBF)	5
2. Metodología utilizada para el diseño del EDBF CEL-INDE	6
3. Criterios para el diseño de un EDBF	8
II. ESTUDIOS DE FLUJOS DE POTENCIA SISTEMA CEL-INDE	11
1. Bases del análisis	11
2. El Salvador: Sistema eléctrico aislado	12
a) Consideraciones	12
b) Simulaciones	12
c) Análisis de contingencias	14
3. Guatemala: Sistema eléctrico aislado	17
a) Consideraciones	17
b) Simulaciones	17
4. Sistema interconectado CEL-INDE	19
III. DISEÑO DEL EDBF SISTEMA INTERCONECTADO INDE-CEL	41
1. CEL: Diagnóstico del EDBF actual	42
2. INDE/EEGSA: Comentarios acerca del EDBF	42
3. CEL/INDE: Propuesta de un nuevo EDBF	43
4. CEL: Comentarios del EDBF propuesto	43
5. INDE/EEGSA: Comentarios del EDBF propuestos	44

6.	Comentarios sobre la actuación del esquema de desconexión de carga del sistema interconectado CEL-INDE	45
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	134

PRESENTACION

Este documento contiene los resultados más importantes de los estudios realizados por los ingenieros de la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL), del Instituto Nacional de Electricidad (INDE) y de la Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. (EEGSA), para analizar la operación del esquema de desconexión de carga por baja frecuencia para los sistemas eléctricos interconectados de El Salvador y Guatemala. Se contó con el apoyo y asesoría de la Unidad de Ingeniería Especializada (UIE) de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) de México, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Programa de Actividades Regionales del Subsector Eléctrico del Istmo Centroamericano (PARSEICA).

Se incluyen en el estudio los reportes más representativos de las simulaciones de la operación para 1993, considerando la operación de los sistemas en forma aislada e integrada. La operación aislada se utilizó para verificación de los datos, la detección y análisis de los disturbios más serios a nivel local y para afinar el ajuste de los modelos dinámicos.

El estudio incluyó la simulación de los esquemas actuales de desconexión de carga por baja frecuencia en cada país, lo cual sirvió de base para la formulación de los nuevos esquemas de desconexión que se proponen para la operación de los sistemas eléctricos interconectados de cada país.

RESUMEN Y ANTECEDENTES

Considerando la disminución de los disturbios y sabotajes en la red de transmisión de la CEL, como resultado de los acuerdos de paz logrados en El Salvador, la Comisión de Interconexión INDE-CEL acordó la operación de la interconexión cerrando el enlace en ambos extremos, con el objetivo de fortalecer ambos sistemas y servir de ayuda al caso de contingencias.

La operación del enlace ha permitido en los últimos meses el apoyo mutuo, ya sea para satisfacer el déficit en la cobertura de la demanda máxima de alguno de los sistemas, o bien para el intercambio de energía, principalmente por las condiciones de sequía experimentadas en ambos países durante el invierno de 1991 y el verano de 1992.

La operación integrada ha revelado descoordinaciones en el esquema de desconexión de carga por baja frecuencia (EDBF), debido a los diferentes valores de ajuste y tiempos de operación, tanto de relevadores como de interruptores, y por las diferentes tecnologías de los relevadores empleados por ambos sistemas.

Este estudio se hizo con el objetivo de proponer un nuevo EDBF que permita a los sistemas interconectados de los países lograr una operación más segura y mejorar la confiabilidad en el suministro de energía a los usuarios.

Dado que la seguridad operativa de ambas regiones es una premisa fundamental, se decidió el ajuste del EDBF de forma que la participación de éste durante contingencias fuera equilibrada en ambos sistemas. Por otro lado, se vio la necesidad de diseñar esquemas de desconexión rotativos para no afectar a los mismos usuarios cada vez que se presenten contingencias en alguno de los sistemas.

Se realizaron simulaciones detalladas de los sistemas salvadoreño y guatemalteco, tanto para modelado de condiciones de estado estable como para las de dinámicas, incluyendo generadores, excitadores y gobernadores. Aunque desde un principio se reconoció que este grado de detalle era excesivo para el diseño y prueba de un esquema coordinado de disparo de carga por baja frecuencia, se decidió aprovechar la excelente conjunción de recursos técnicos y humanos para integrar casos base que resultarán sumamente útiles para estudios de flujos de carga y estabilidad transitoria que habrán de realizarse a futuro.

Se efectuaron simulaciones de flujos de carga representativos de las demandas mínima, media y máxima para ambos países, incluyendo operación aislada e interconectada con varios niveles de intercambio; todo ello para las condiciones que prevalecerán durante 1993. Dichas simulaciones arrojaron como resultado que, si bien la demanda de generación es adecuadamente cubierta en ambos países, con niveles de voltaje aceptables, no se cuenta con niveles de reserva que garanticen la continuidad del servicio ante contingencias aún de severidad moderada; de aquí el beneficio e incentivo de operar en forma coordinada, por medio del enlace que los une, a través del cual es posible importar energía que, aún por períodos de tiempo reducido, puede representar la diferencia entre la continuidad y el colapso total o parcial del sistema.

Haciendo uso de un modelo concentrado ("sheeder"), que simula el fenómeno del abatimiento de la frecuencia en forma simplificada (concentrada), fue posible analizar rápidamente un gran número de combinaciones de frecuencias y cantidades de tiro de carga hasta obtener un esquema que posteriormente se procedió a poner a prueba en el modelo detallado de dinámica de sistemas eléctricos de potencia.

Se llevó a cabo una gran cantidad de simulaciones representando las condiciones de contingencia severa, moderada y leve, para niveles de generación mínima, media y máxima para cada país en forma independiente y, en cada caso, el EDBF respondió satisfactoriamente en ambos sistemas ya que, en cada caso, la cantidad de carga desconectada logra restablecer el equilibrio carga/generación luego de contingencias.

Para el caso de la CEL, el EDBF es operado por relés de estado sólido. En el sistema INDE-EEGSA, el EDBF es administrado por la segunda institución y opera como un esquema híbrido (combinación de relés de estado sólido con electromecánicos); sin embargo, ya se adquirió un lote de relés de estado sólido que permitirá, en breve, remplazar los antiguos relés electromecánicos.

El esquema de desconexión de carga por baja frecuencia (EDBF) propuesto considera seis etapas, operando entre un rango de 59.5 y 58 Hz y el corte hasta un máximo del 60% de la carga en ambos países. El EDBF fue probado para contingencias severas, moderadas y leves. Para los casos más severos, al permanecer cerrado el enlace entre los dos países, el balance generación-carga se restablece luego de la operación de las

primeras cinco etapas, lo cual es un buen indicador acerca de las bondades del EDBF que se propone.

I. MARCO CONCEPTUAL

1. Filosofía de los esquemas de desconexión por baja frecuencia (EDBF)

Por muy bien equipado que se encuentre un sistema eléctrico, como consecuencia de un adecuado plan de expansión de la generación y transmisión, no es posible diseñarlo a prueba de fallas, existiendo siempre una combinación de condiciones operativas capaces de crear islas eléctricas que traigan como consecuencia importantes déficits de generación contra la carga conectada.

Estos déficits se manifestarán por un rápido abatimiento de la frecuencia, cuya rapidez dependerá no sólo de la magnitud del disturbio sino también de la inercia de las máquinas que se encuentren en línea en el momento de la contingencia.

La solución inmediata para solucionar el anterior problema consiste en equilibrar lo más pronto posible el desbalance generación-carga, antes que los valores de frecuencia alcancen valores que pongan en peligro, no sólo al equipo conectado a la red sino también a los mismos generadores, principalmente para el caso de las plantas térmicas.

Para restablecer el equilibrio podría pensarse en dos formas:

a) Aumento de la potencia mecánica de los generadores. Esto supone la ubicación de suficiente reserva rodante en las plantas, y una oportuna actuación de los controles.

b) Desconexión de carga en aproximadamente la misma cantidad que el déficit de generación experimentado, dando oportunidad a los controles de velocidad de máquinas a restablecer su valor nominal.

La primera alternativa no es práctica, aunque se disponga de la suficiente reserva, pues los controles de la turbina son muy lentos, imposibilitándose el equilibrio inmediato. La segunda opción restablecería el balance muy rápidamente, pero no puede ser encomendada a los operadores, dada la velocidad requerida para hacerlo y la diversidad de carga a desconectar en la topología de la red. Para ello, se diseñan los esquemas de desconexión, haciendo uso de los relevadores de baja frecuencia que desconecten la carga en etapas en forma automática.

El rango de frecuencia aceptable en la operación en estado estable de una red eléctrica, es entre 60.5 hz y 59.5 hz. Violando estos límites

se tendrá riesgos de resonancia, principalmente en los álabes de las turbinas de vapor, con un efecto acumulativo en la fatiga mecánica de los mismos, con la consiguiente disminución de su vida útil. Esto obliga a la desconexión oportuna de los generadores, al llegar la frecuencia a valores muy bajos (entre 57 y 58 hz).

Como la rapidez del abatimiento de la frecuencia (hz/seg) es muy grande en sistemas longitudinales (de 1 a 3 hz/seg), dependiendo de la magnitud del desbalance, en menos de un segundo se obtendrán frecuencias capaces de activar los relés de baja frecuencia para disparo de unidades generadoras térmicas, y con ello se llegaría al colapso del sistema eléctrico.

El objetivo de los esquemas de desconexión de carga por baja frecuencia (EDBF) es detener el abatimiento de la frecuencia para mantener el sistema integrado y evitar el colapso total (cero voltaje).

2. Metodología utilizada para el diseño del EDBF CEL-INDE^{1/}

Para el diseño de un EDBF se deberán contemplar diferentes condiciones de operación: demanda mínima, media y máxima. Para cada estado de operación es muy conveniente analizar distintas contingencias leves, moderadas y severas.

Para estudiar el diseño de los EDBFs pueden utilizarse tres modelos:

El modelo concentrado, que hace uso de un equivalente de la inercia del sistema (generadores), un amortiguamiento de la red y un amortiguamiento de las máquinas ante variaciones de frecuencia. En este modelo no tiene relevancia el modelaje de los sistemas de control de velocidad y de voltaje ya que hace uso del modelo clásico de la máquina.

El modelo semiconcentrado, el cual divide la red en zonas o áreas, con enlaces entre las mismas y agrupaciones de máquinas, cada una con características similares al modelo concentrado.

El modelo desagregado, en el cual se tiene detallado cada nodo de la red y, por supuesto, el modelo de cada uno de los generadores, controles

^{1/} Al hacer referencia al sistema CEL-INDE, queda sobreentendido que dentro del sistema del INDE se está considerando el sistema de distribución en 69 kV de la EEGSA, el cual cubre los departamentos centrales de Guatemala (Guatemala, Escuintla y Sacatepequez).

de voltaje, turbina y gobernador. Este tipo de modelaje es el más adecuado para estudios de estabilidad dinámica, donde el modelaje completo facilita el monitoreo de las oscilaciones de los rotores, del voltaje y de la actuación de protecciones.

En el presente estudio se utilizó en una primera etapa un modelo concentrado, lo cual permitió hacer una evaluación inicial de los EDBF en ambos sistemas. Posteriormente, se utilizó un modelo desagregado para estudiar con mayor exactitud la actuación de los controles y permitir en un futuro la iniciación de los estudios dinámicos para los sistemas interconectados del Istmo Centroamericano.

A continuación se detallan los modelos empleados en cada sistema, para generadores, gobernadores, sistemas de excitación, relés y carga eléctrica, clasificados por tipos de control:

REPRESENTACION DEL SISTEMA ELECTRICO DE EL SALVADOR	
ELEMENTO DEL SISTEMA	MODELO EMPLEADO
1. Generadores hidráulicos	GENSAL
2. Generadores térmicos y geotérmicos	GENROU
3. Turbinas y gobernadores máquinas térmicas	IEEEG1
4. Turbinas y gobernadores máquinas hidráulicas	IEEEG3
5. Sistemas de excitación	IEEEET1, IEET1A
6. Carga eléctrica	IEELCA
7. Relés de baja frecuencia	LODSHD

REPRESENTACION DEL SISTEMA ELECTRICO DE GUATEMALA	
ELEMENTO DEL SISTEMA	MODELO EMPLEADO
1. Generadores hidráulicos	GENSAL
2. Generadores térmicos	GENROU, GENCLS
3. Turbina y gobernadores hidráulicos	IEEEG3, GENCLS
4. Turbinas y gobernadores térmicos	IEEEG1, GENCLS

5. Sistemas de excitación	IEEE1, GENCLS
6. Carga eléctrica	IEELCZ
7. Relés de baja frecuencia	LODSHD

Se realizaron pruebas típicas para analizar del comportamiento de los sistemas de excitación y gobernadores, haciendo uso de procedimientos estándar de prueba ante la función escalón y prueba de circuito abierto para validar los parámetros de cada modelo y hacer ajustes finales. También se validarán los pasos de desconexión para los EDBF. Los resultados se muestran en el Anexo I de este trabajo.

Cabe mencionar que las máquinas de Ahuachapán, así como las de 5 de Noviembre, tienen poca capacidad de regulación en su gobernador por la reserva nula disponible en ellas. En Ahuachapán, por estar limitada por el plan de explotación geotérmica, y en la 5 de Noviembre, por ser planta de generación base.

En el Anexo II se muestran los formatos para proporcionar los datos dinámicos de cada uno de los modelos utilizados en el estudio.

3. Criterios para el diseño de un EDBF

Una vez que se ha presentado en el sistema una pérdida de generación importante, y el valor de la frecuencia empieza a disminuir peligrosamente, la medida efectiva de salvar la red es mediante relevadores de baja frecuencia (81's), con el fin de regresar al equilibrio entre generación y carga. Esta desconexión automática debe ser rápida y confiable.

El EDBF debe establecer la mejor forma de desconexión de la carga, de acuerdo con la severidad del desbalance de potencia que haya sufrido el sistema.

Un EDBF debe cumplir los siguientes objetivos:

- a) Detectar, a través del valor de baja frecuencia y/o su pendiente, cuando el sistema haya sufrido una pérdida de generación severa.
- b) Desconectar la carga necesaria (la mínima posible) para restablecer el balance entre generación y carga y asegurar que no se alcanzan valores críticos de baja frecuencia y voltaje.

c) Restablecer la frecuencia del sistema a su valor nominal o, por lo menos, a un valor dentro de la zona tolerable para regulación secundaria.

d) Evitar un disturbio mayor o total de la red (colapso), reduciendo la probabilidad de disparos en cascada de unidades generadoras.

Los criterios para lograr los objetivos anteriores pueden clasificarse como sigue:

i) Monto de carga a desconectar

En un sistema eléctrico longitudinal, como es el caso del sistema CEL-INDE/EEGSA, resulta difícil predecir la cantidad máxima de desbalance entre generación y demanda, por lo que se hace muy importante seleccionar las contingencias que a lo largo de la red interconectada produzcan las más severas sobrecargas para los diferentes escenarios y efectuar la desconexión de carga en forma coordinada, aprovechando al máximo el apoyo de la línea de interconexión.

Generalmente, para sistemas débiles, una desconexión entre un rango del 50% al 60% de la carga resulta apropiado.

ii) Frecuencia de inicio del disparo de carga

Esta deberá ser menos que aquellas frecuencias a las cuales los controles de velocidad de las máquinas generadoras puedan regular y restaurar la desviación de frecuencia experimentada en estado estable. Para el caso del sistema interconectado CEL-INDE, se recomienda 59.5 hz para tener un rango suficiente para discriminar oscilaciones estables.

iii) Frecuencia final del disparo de carga

Esta frecuencia deberá ser mayor a la frecuencia de disparo de unidades generadoras de vapor; en su defecto, se recomienda que la desconexión de unidades se efectúe, si fuera necesario con un retraso de dos a tres segundos, para dar tiempo a que primero se desconecte la carga y se evite el colapso.

iv) Número de pasos o etapas del esquema

En sistemas interconectados débiles, los EDBF deberán diseñarse con un número de etapas considerables (resultando apropiado de 3 a 6 etapas), para lograr una operación selectiva y reducir los riesgos de desconectar menos o más carga de la necesaria para establecer el equilibrio. Una diferencia entre pasos, de 30 dHz resulta apropiada para la adecuada coordinación del esquema.

v) Tipo de relevadores y tiempos de retardo

Las simulaciones para el diseño de los EDBF deberán considerar los tiempos de los relés y de los interruptores. En la actualidad los relés de baja frecuencia de estado sólido son los más apropiados, pues su tiempo de operación no varía en función de la razón de cambio de la frecuencia (Hz/seg), sino que tienen un tiempo de operación fijo, cosa que no ocurre con los relés electromecánicos, ya que su tiempo de operación sí depende de la variación frecuencia-tiempo.

vi) Velocidad de los interruptores de potencia

La velocidad de los interruptores dependerá de su tipo, teniendo un rango que oscila entre 3 a 11 ciclos.

El tiempo para desconectar la carga a partir del momento de la detección, podrá integrarse como sigue:

- Tiempo de operación del relevador (3-6 ciclos)
- Tiempo de operación del interruptor (3-11 ciclos)
- Tiempo de retardo intencional

vii) Rotación de los esquemas

Con la finalidad de no afectar siempre a los mismos usuarios en el esquema de desconexión de carga, y dado que las contingencias leves son las más frecuentes y afectan más a los usuarios asociados con los primeros pasos del EDBF se recomienda, para la implementación del esquema, un sistema rotativo por estación climática; es decir, un EDBF de verano y un EDBF de invierno, considerando los diferentes patrones de generación asociados a cada estación.

II. ESTUDIOS DE FLUJOS DE POTENCIA SISTEMA CEL-INDE

1. Bases del análisis

En el presente estudio se estableció como base los flujos de potencia para 1993; además, se consideraron las siguientes condiciones operativas:

- a) Demanda mínima de fin de semana (2:30 hrs.)
- b) Demanda media de día hábil (11:30 hrs.)
- c) Demanda máxima de día hábil (18:30-19:00 hrs.)

La variación estacional de la demanda por cada alimentador es muy pequeña, por lo cual no se consideró necesario cambiar la distribución de la demanda para invierno o verano (estaciones lluviosa y seca, respectivamente), siendo estas condiciones representativas en ambas estaciones.

Los patrones de generación se modifican con las estaciones; en invierno la contribución del recurso hidráulico es la más significativa; la generación térmica se utiliza para completar la energía o para satisfacer la demanda máxima. En cambio, en el verano la administración del agua en los embalses de regulación hace que el patrón de generación se modifique, teniendo una alta participación el recurso térmico. En ambas condiciones el recurso geotérmico se utiliza como energía base, de acuerdo al plan de explotación para ese período.

Con la finalidad de validar la información y confrontar los resultados de las simulaciones con la realidad, se efectuaron estudios de flujos de potencia para los sistemas CEL-INDE, considerándolos separados. Una vez revisados los casos y aceptados los resultados obtenidos, se procedió al análisis del sistema interconectado.

Para la simulación de la operación de los dos sistemas interconectados, se definieron escenarios de transferencias no necesariamente representativas de las condiciones previstas. Estas transferencias no se basan sobre acuerdos de compra-venta de energía, sino más bien en condiciones operativas representativas de situaciones posibles; las cuales fueron utilizadas para analizar el comportamiento eléctrico de ambas áreas y evaluar su seguridad operativa.

A continuación se presentan los resultados más relevantes, tanto para la operación aislada, como para la operación interconectada.

2. El Salvador: Sistema eléctrico aislado

a) Consideraciones

i) Generación. Para las simulaciones realizadas se consideraron las adiciones de la Unidad 2 de gas (enero/93), de 37.5 MVA y de la Unidad 3 de gas (febrero/93), de 103 MVA, ambas en Acajutla. Con esto, las adiciones de capacidad ascienden a 178 MVA, y la capacidad instalada en El Salvador a diciembre de 1993 será de 833.3 MW, conformada por el 46.6% hidroeléctrica, 40.8% térmico y el restante, 12.6%, geotérmica (véase el cuadro 1).

ii) Líneas de transmisión. Durante 1993 no se tiene programada ninguna adición al sistema de transmisión de 115 kV; para 1994 se pondrá en operación a 115 kV la línea Acajutla-Nuevo Cuscatlán, con doble conductor por fase y aislamiento a 230 kV, con lo cual se fortalecerá el transporte de la generación concentrada en Acajutla.

Asimismo, se prevé la construcción de un tramo de línea de 115 kV, de San Martín a la nueva subestación de San Bartolo (para fines de 1994-principios de 1995).

iii) Políticas de operación. Para los años de estudio se prevé la operación de la red nacional "enmallada", dado que en los próximos años se reforzará el sistema de transmisión dañado por el conflicto y porque esa es la forma más eficiente de operarlo. Los patrones de generación estarán sujetos a la disponibilidad de los recursos, de acuerdo a la estación.

iv) Distribución de la demanda. La distribución de cargas por alimentador para 1993, en carga mínima, media y máxima, se muestran en los cuadros 2 al 4.

b) Simulaciones

La simulación de la red en estado estable se efectuó para las tres condiciones de operación ya mencionadas. Los estudios se centraron en las condiciones previstas para 1993. Los resultados de las simulaciones de flujos de carga para los casos base, con el sistema CEL aislado se presentan en los diagramas 1, 2 y 3,2/ para cada condición de demanda.

2/ Los diagramas se presentan al final del capítulo.

En condición máxima y media se consideraron conectados los bancos de capacitores en derivación de San Antonio Abad (20 MVar) y de Soyapango (40 MVar).

Las máquinas de Cerrón Grande se simularon conectadas al mismo nodo, como parte de las políticas de operación vigentes, así como las máquinas de la central 15 de Septiembre, lo cual mejora notablemente la confiabilidad del sistema eléctrico de la CEL, al facilitar la operación en anillo.

Para demanda media y máxima se tienen caídas de voltaje de 6 a 10 kV, entre los principales centros de generación hidráulica (15 de Septiembre-5 de Noviembre y Cerrón Grande) y las principales subestaciones de distribución y entrega en bloque de energía en la zona metropolitana de San Salvador (Santa Tecla, Nejapa, Soyapango y Nuevo Cuscatlán) (véase el siguiente cuadro).

CENTRAL	DEMANDA MAXIMA (kV)	DEMANDA MEDIA (kV)
15 de Septiembre	115.65	115.24
5 de Noviembre	112.19	112.16
Cerrón Grande	112.49	112.37
Nejapa	106.30	105.96
Santa Tecla	105.84	105.19
Soyapango	105.61	105.31
Nuevo Cuscatlán	105.79	105.14
MAXIMA DIFERENCIA	10	10.1
MINIMA DIFERENCIA	5.9	6.2

La configuración del sistema da origen, sobre todo en invierno, a que las líneas de transmisión del oriente (que fundamentalmente se utilizan para el transporte de potencia y energía de las plantas hidroeléctricas) operen con flujos de potencia elevadas, tanto de potencia real como reactiva.

Para dar cobertura a las condiciones de demanda máxima previstas para diciembre de 1993 (530 MW), se tendrán en operación todas las unidades de Acajutla, presentándose líneas muy cargadas desde el occidente del país, complicándose esta situación si se presentase alguna contingencia en esas líneas.

LÍNEA	DEMANDA MAXIMA (P,Q)	DEMANDA MEDIA (P,Q)
San Martín-San Rafael Cedros 1	(54.6, 9.8)	(45.2, 16)
San Martín-San Rafael Cedros 2	(49.7, 8.4)	(41.1, 14)
Cerrón Grande-Nejapa	(63.5, 21.2)	(52.4, 24.9)
Acajutla-Sonsonate	(81.1, 5.7)	(84.6, 6.5)
Acajutla-Opico	(55.1, 9.3)	(59.3, 8.4)

Nota: P: Potencia activa (MW); Q: potencia reactiva (MVar).

De lo anterior se observa cómo en demanda media las líneas tienden a cargarse en forma excesiva de reactivos, complicando la regulación de los voltajes, sobre todo en el área metropolitana.

En demanda mínima, las condiciones de transferencia de potencia de la parte oriental del país serán altas o bajas, dependiendo de la estación, siendo la más crítica en invierno, cuando llegan mayores caudales al embalse de la central 15 de Septiembre. En verano la condición de estas líneas es desahogada, teniendo incluso que desconectar la compensación reactiva para evitar problemas de alto voltaje.

El modelaje de la carga en los casos base se consideró como de potencia constante; sin embargo, en la parte de simulación dinámica se representa la dependencia de la carga tanto del voltaje como de la frecuencia.

c) Análisis de contingencias

Los estudios del sistema CEL aislado tuvieron por objetivo detectar perturbaciones probables que pudieran desencadenar acciones en el sistema, que pusieran en peligro su integridad, sobre todo las que ocasionasen pérdidas leves, medias o severas de generación en cada uno de los escenarios de carga mínima, media o máxima. Sin embargo, para observar condiciones más críticas, la mayor cantidad de contingencias probables se simularon en demanda máxima de día hábil.

Las contingencias que se analizaron fueron en las siguientes líneas:

- a) 5 de Noviembre-San Rafael
- b) San Martín-Nejapa

- c) San Martín-San Rafael
- d) Acajutla-Opico
- e) Acajutla-Sonsonate

Se concluyó del análisis que para la operación interconectada CEL-INDE, las contingencias en el sistema de la CEL que puedan separar el sistema y llevarlo a una situación crítica son la pérdida de las siguientes líneas: i) línea Ahuachapán-Sonsonate; ii) línea Ahuachapán-Santa Ana, y iii) la combinación de líneas OPICO-Nejapa o Nuevo Cuscatlán Sonsonate.

Adicionalmente, en demanda media y mínima se simularon pérdidas de líneas importantes que llevan al sistema a reorientaciones importantes de flujo o abatimiento de voltaje. A continuación se analizan las principales contingencias:

- i) 5 de Noviembre-San Rafael Cedros. La apertura de esta línea provoca la sobrecarga de las líneas 5 de Noviembre-Nejapa y Cerrón Grande-Nejapa, tal como se observa en el diagrama 4. Dado el estado actual de la línea Cerrón Grande-Nejapa, ésta no soportará los 87 MVA, perdiéndose esta línea y dejando en problemas la línea hacia San Martín, y con ello una pérdida de generación de 150 MW, si dicha línea se dispara.
- ii) San Martín-Nejapa. Cuando esta línea se dispara y queda fuera de servicio, provoca la sobrecarga inmediata de la línea San Martín-Soyapango, tal como se observa en el diagrama 5, dejando el nodo de Nejapa con baja regulación de voltaje al disminuir éste 0.6 kV.

Si la línea Soyapango-San Martín se dispara, ocasionará que sea la línea San Martín-Nuevo Cuscatlán la que distribuya la mayor parte de la carga de la zona metropolitana y que se realice una redistribución de potencia reactiva, ocasionando deterioro de los perfiles de voltaje.

- iii) San Martín-San Rafael Cedros (Circuito 1). Cuando esta línea falla por alguna contingencia, dependerá del patrón de generación de la planta 15 de Septiembre (verano o invierno), para que sobrecargue y dispare por sobrecorriente el circuito No. 2, entre San Rafael Cedros y San Martín, tal como se observa en el diagrama 6.

Si el circuito No. 2 se abre, al superar el límite térmico establecido por su cargabilidad, se tendrá una pérdida severa de generación, pues estas líneas transportan la generación hidráulica, tanto de la central 5 de Noviembre como de la central 15 de septiembre.

iv) Acajutla-Opico o Acajutla-Sonsonate. La pérdida de estas líneas es muy importante, dada la concentración de generación térmica en la Central Acajutla (158 MW en demanda máxima), cualquiera de ellas que falle provocará el disparo de la otra al violar el límite de cargabilidad térmica de éstas, perdiéndose para el sistema todo el monto de generación en línea.

La simulación para la pérdida de la línea Acajutla-Opico se muestra en el diagrama 7.

En los diagramas 8 y 9 se muestran para demanda media dos contingencias probables: pérdidas de la línea Cerrón Grande-Nejapa y 15 de Septiembre-San Rafael. En ambos casos el sistema es capaz por rutas alternas de reorientar el flujo y regular voltaje.

En condiciones de demanda mínima (250 MW), las contingencias que se simularon revelaron únicamente pequeños problemas de regulación de voltaje en el anillo central, por no estar en operación permanente la compensación capacitiva de las subestaciones San Antonio Abad y Soyapango. Esto se observa en los diagramas 10 y 11, respectivamente, cuando se modeló la contingencia de la línea Cerrón Grande-Nejapa y San Rafael Cedros-5 de Noviembre.

OBSERVACIONES GENERALES EN CASO DE CONTINGENCIAS

1. En las contingencias simuladas se observó la compensación reactiva en las subestaciones San Antonio Abad y Soyapango pues, a pesar del desarme de la red por la perturbación, se tiene buen soporte de voltaje en 23 kV.
2. Se recomienda la pronta puesta en servicio de la línea Acajutla-Nuevo Cuscatlán pues, al entrar en operación, evitará la pérdida de generación de las unidades de Acajutla, al soportar una segunda contingencia. Asimismo, esta línea, al ser de doble conductor por fase, acercará eléctricamente la central al anillo metropolitano, mejorándose aún más la regulación de voltaje y disminuyendo las pérdidas.

3. Guatemala: Sistema eléctrico aislado

a) Consideraciones

i) Generación. Al momento de realizar el presente estudio, la capacidad de generación del sistema eléctrico de Guatemala es de 633.1 MW, como se indica en el cuadro 5, en el que también se anota la capacidad esperada para el año de 1993 (794.1 MW). La diferencia observada en la planta Aguacapa obedece a que la Unidad 2 de la misma se encuentra indisponible por problemas en su válvula esférica, los que se están corrigiendo actualmente. Por otra parte, se contará en 1993 con la generación de 20 unidades de 5 MW cada una, instaladas en dos barcas que se ubicarán en el Puerto Quetzal, en la costa sur de Guatemala, cuya operación iniciará los primeros días del mes de enero del mismo año.

ii) Líneas de transmisión. Para transmitir la generación de las dos barcas ya citadas se está construyendo la línea de transmisión desde el Puerto Quetzal hacia la Central Térmica de Escuintla, en 230 kV, construcción que está ya en su última etapa.

La línea de transmisión en 230 kV que parte de la Central Térmica de Escuintla hacia la subestación Muluá (conocida antes como Escuintla-San Sebastián) se encuentra actualmente energizada en 69 kV, y se energizará en 230 kV cuando se terminen los trabajos de construcción de la subestación Muluá 230/69 kV, aproximadamente en marzo de 1993. En esta subestación se instalará un reactor de 30 MVar. Se consideró que para el año 1993 el incremento en la carga del sistema eléctrico de Guatemala será de 7%, con respecto al año 1992. Para la asignación de las unidades generadoras para los estudios de flujo de carga en demanda máxima, media y mínima, se consideró el Plan de Operación para 1993. Se ha considerado, además, la entrada de una carga de 40 MW correspondiente a una empresa de fundición de acero próxima a la Subestación Escuintla.

b) Simulaciones

Los resultados de los estudios de flujo de carga representativos de las condiciones de operación en demanda máxima, media y mínima, se muestran en los diagramas 12, 13 y 14, respectivamente. Con respecto a estos resultados se puede decir lo siguiente:

i) Demanda máxima. Como se puede ver en el diagrama 12, a raíz de la entrada en operación de la subestación Muluá 230/69 kV y de las dos barcasas de generación, el perfil de voltaje en el sistema eléctrico de Guatemala es satisfactorio, a excepción de algunos pocos casos, entre los que se puede mencionar a Puerto Barrios con 62.8 kV y, en menor grado, El Progreso con 66 kV, Panaluya con 66 kV, La Esperanza con 66.1 kV, Antigua con 66.6 kV, Guadalupe 3 con 67.9 kV, y Guatemala-6 con 67.1 kV. Es conveniente mencionar que, al entrar en operación en 230 kV la línea de transmisión Central Térmica de Escuintla-Muluá, los bancos de capacitores actualmente ubicados en las subestaciones Mazatenango 2 y San Sebastián, entre otras, deberán ser trasladados a otras subestaciones, en las que el valor del voltaje aún puede y debe ser mejorado (Puerto Barrios, La Esperanza, Huehuetenango, por ejemplo). No se realizaron simulaciones en tal sentido por limitaciones en el tiempo disponible para este estudio, además de no ser el objetivo del mismo.

ii) Demanda media. Los niveles de voltaje, al igual que en demanda máxima, son aceptables, salvo generalmente en los mismos nodos anteriormente mencionados (véase el diagrama 13); en algunos de estos nodos el voltaje es más bajo que en demanda máxima y en otros, es al contrario, en función de las condiciones de carga, principalmente la componente industrial de la misma. Así, en Puerto Barrios hay 66.2 kV, en Progreso 67.4 kV, en Panaluya 67.3 kV, en La Esperanza 68 kV, en Antigua 67.2 kV, en Guadalupe-3 66.3 kV y en Guatemala-6 67.3 kV.

iii) Demanda mínima. En este caso no se presenta el problema de bajos voltajes en la red sino, por el contrario, se debe tener cuidado con las sobretensiones debidas a lo descargado que está el sistema con respecto a los otros dos casos. Como se puede ver, se requiere en este caso conectar el reactor de la subestación Muluá y que una o más unidades absorban potencia reactiva de la red (véase el diagrama 14).

Los tres casos de flujos de potencia anteriores, son la base para los análisis de contingencias que se simularán con el sistema eléctrico de Guatemala aislado.

4. Sistema interconectado CEL-INDE

Puesto que el objeto de este estudio no es analizar condiciones de intercambio, se simuló el Sistema Interconectado compensado a cero MW en la línea de interconexión. De este modo, se puede observar el apoyo que la interconexión proporciona a los sistemas de Guatemala y El Salvador en caso de contingencias. Los resultados de la simulación se muestran en los diagramas 15 y 16.

Para probar el EDBF, también se simularon casos con transferencias entre sistemas, del orden de 30 a 100 MW, en ambos sentidos, para casos de demanda máxima, media y mínima, lo cual será tratado en el capítulo siguiente.

Cuadro 1

EL SALVADOR: CENTRALES GENERADORAS CONSIDERADAS EN PATRONES
DE GENERACION DE CASOS BASE DE FLUJOS DE CARGA

Central	Capacidad instalada		Capacidad disponible	
	MW	%	MW	%
Total	833.3	100.0	669.1	100.0
Hidráulica	388.0	46.6	388.0	58.0
Guajoyo (1 x 15)	15.0		15.0	
Cerrón Grande (2 x 67.5)	135.0		135.0	
5 de Noviembre (4 x 15 + 1 x 21.4)	81.4		70.0	
15 de Septiembre (2 x 78.3)	156.6		156.6	
Geotérmicas	105.0	12.6	39.1	5.8
Ahuachapán (2 x 30 + 1 x 35)	95.0		34.1	
Berlín (2 x 5)	10.0		5.0	
Térmica	340.3	40.8	242.0	36.2
Soyapango (2 x 16.5 + 1 x 25.6)	58.6		20.0	
San Miguel (1 x 22.1)	22.1		18.0	
Acajutla Vapor (1 x 30 + 1 x 33)	63.0		58.0	
Acajutla Diesel (2 x 37.5 + 103)	178.0		136.0	
Miravalle (3 x 6.2)	18.6		10.0	

Cuadro 2

EL SALVADOR: DEMANDA MAXIMA 1993

Alimentador	Volt (kV)	P (MW)	Q (MVAR)	MVA	F.P.
Soyapango	23	95.8	15.6	97.06	0.987
Soyapango	46	39.8	13.4	41.98	0.948
N.Cuscatlán	23	45.3	16.4	48.19	0.940
S.Ant.Abad	23	80.0	16.2	81.63	0.958
Nejapa	23	45.9	15.2	48.37	0.949
Santa Ana	46	30.0	9.0	23.41	0.957
Acajutla	34	14.4	6.2	15.67	0.919
Acajutla	46	7.4	3.5	8.19	0.903
Guajoyo	46	14.3	7.4	16.10	0.888
Ahuachapán	46	18.9	8.0	20.52	0.921
S.R. Cedros	46	20.4	4.5	20.88	0.977
San Miguel	46	55.4	15.9	57.65	0.961
15. de Sept.	46	5.3	2.9	6.02	0.880
Ateos	34	9.6	2.6	9.94	0.966
Ateos	46	13.8	4.8	14.60	0.945
Cerrón Grande	46	6.3	3.0	6.98	0.903
T O T A L		502.6	144.6		

Cuadro 3

EL SALVADOR: DEMANDA MEDIA 1993

Alimentador	Volt (kV)	P (MW)	Q (MVAR)	MVA	F.P.
Soyapango	23	92.17	23.5	95.12	0.971
Soyapango	46	32.33	14.5	35.43	0.918
N.Cuscatlán	23	41.04	18.5	45.02	0.922
S.Ant.Abad	23	93.22	24.0	96.26	0.969
Nejapa	23	37.16	14.0	39.71	0.938
Santa Ana	46	15.64	6.9	17.10	0.921
Acajutla	34	10.6	6.4	12.38	0.860
Acajutla	46	3.464	3.2	4.72	0.740
Guajoyo	46	7.768	2.7	8.22	0.943
Ahuachapán	46	11.86	4.4	12.65	0.939
S.R. Cedros	46	11.13	2.3	11.36	0.981
San Miguel	46	29.92	8.0	30.97	0.968
15. de Sept.	46	5.249	2.2	5.69	0.931
Ateos	34	9.238	5.2	10.60	0.884
Ateos	46	13.23	8.2	15.56	0.854
Cerrón Grande	46	5.984	0.4	6.00	0.999
T O T A L		420.0	144.4		

Cuadro 4

EL SALVADOR: DEMANDA MINIMA 1993

Alimentador	Volt (kV)	P (MW)	Q (MVAR)	MVA	F.P.
Soyapango	23	51.3	3.3	51.39	0.998
Soyapango	46	24.1	9.5	25.95	0.932
N.Cuscatlán	23	23.0	5.8	23.69	0.971
S.Ant.Abad	23	33.7	9.8	35.05	0.961
Nejapa	23	29.9	5.2	30.36	0.986
Santa Ana	46	9.0	4.6	10.08	0.894
Acajutla	34	6.9	4.9	8.50	0.822
Acajutla	46	3.2	2.2	3.89	0.832
Guajoyo	46	12.7	4.1	13.36	0.955
Ahuachapán	46	7.5	2.8	7.99	0.939
S.R. Cedros	46	7.8	1.2	7.89	0.991
San Miguel	46	23.8	6.3	24.64	0.968
15. de Sept.	46	2.6	1.1	2.79	0.931
Ateos	34	4.4	2.4	4.99	0.884
Ateos	46	7.5	4.7	8.83	0.854
Cerrón Grande	46	3.6	0.3	3.64	0.999
T O T A L		251.0	68.2		

Cuadro 5

GUATEMALA: RESUMEN DE CAPACIDAD INSTALADA Y CAPACIDAD CONFIABLE

Central generadora	Capacidad instalada		Capacidad confiable (1992)		Capacidad confiable (1993)	
	MW	%	MW	%	MW	%
Total	793.1	100.0	633.1	100.0	794.1	100.0
Hidráulica	456.1	57.6	418.1	66.1	438.1	55.2
Chixoy	276.5	34.9	276.5	43.7	276.5	34.8
Aguacapa	90.0	11.2	60.0	9.5	80.0	10.0
Jurún Marinalá	60.0	7.6	55.0	8.6	55.0	6.9
Los Esclavos	13.0	1.6	13.0	2.1	13.0	1.6
Michatoyas	6.0	0.8	3.0	0.5	3.0	0.4
Santa María	6.0	0.8	6.0	1.0	6.0	0.8
El Porvenir	2.0	0.3	2.0	0.3	2.0	0.3
Río Hondo	2.0	0.3	2.0	0.3	2.0	0.3
Chichaic	0.6	0.1	0.6	0.1	0.6	0.1
Térmica (vapor)	108.0	13.5	56.0	8.8	69.0	8.6
Vapor 1 Escuintla	30.0	3.8	-	-	-	-
Vapor 2 Escuintla	45.0	5.7	32.0	5.0	45.0	5.6
Vapor 1 Laguna	3.5	0.4	-	-	-	-
Vapor 2 Laguna	3.5	0.4	-	-	-	-
Vapor 3 Laguna	13.0	1.6	12.0	1.9	12.0	1.5
Vapor 4 Laguna	13.0	1.6	12.0	1.9	12.0	1.5
Térmica (gas)	219.0	27.6	149.0	23.5	177.0	22.3
Gas 1 Escuintla	10.0	1.3	-	-	-	-
Gas 2 Escuintla	10.0	1.3	10.0	1.6	10.0	1.3
Gas 3 Escuintla	24.0	3.0	20.0	3.2	20.0	2.5
Gas 4 Escuintla	24.0	3.0	20.0	3.2	20.0	2.5
Gas 5 Escuintla	32.0	4.0	12.0	1.9	24.0	3.0
Gas 6 Escuintla	45.0	5.7	29.0	4.6	45.0	5.7
Gas 1 Laguna	10.0	1.3	-	-	-	-
Gas 2 Laguna	16.0	2.0	15.0	2.3	15.0	1.9
Gas 3 Laguna	16.0	2.0	15.0	2.3	15.0	1.9
Gas 4 Laguna	32.0	4.0	28.0	4.4	28.0	3.5
Cogeneración	10.0	1.3	10.0	1.6	10.0	1.3
Barcazas	-	-	-	-	100.0	12.6

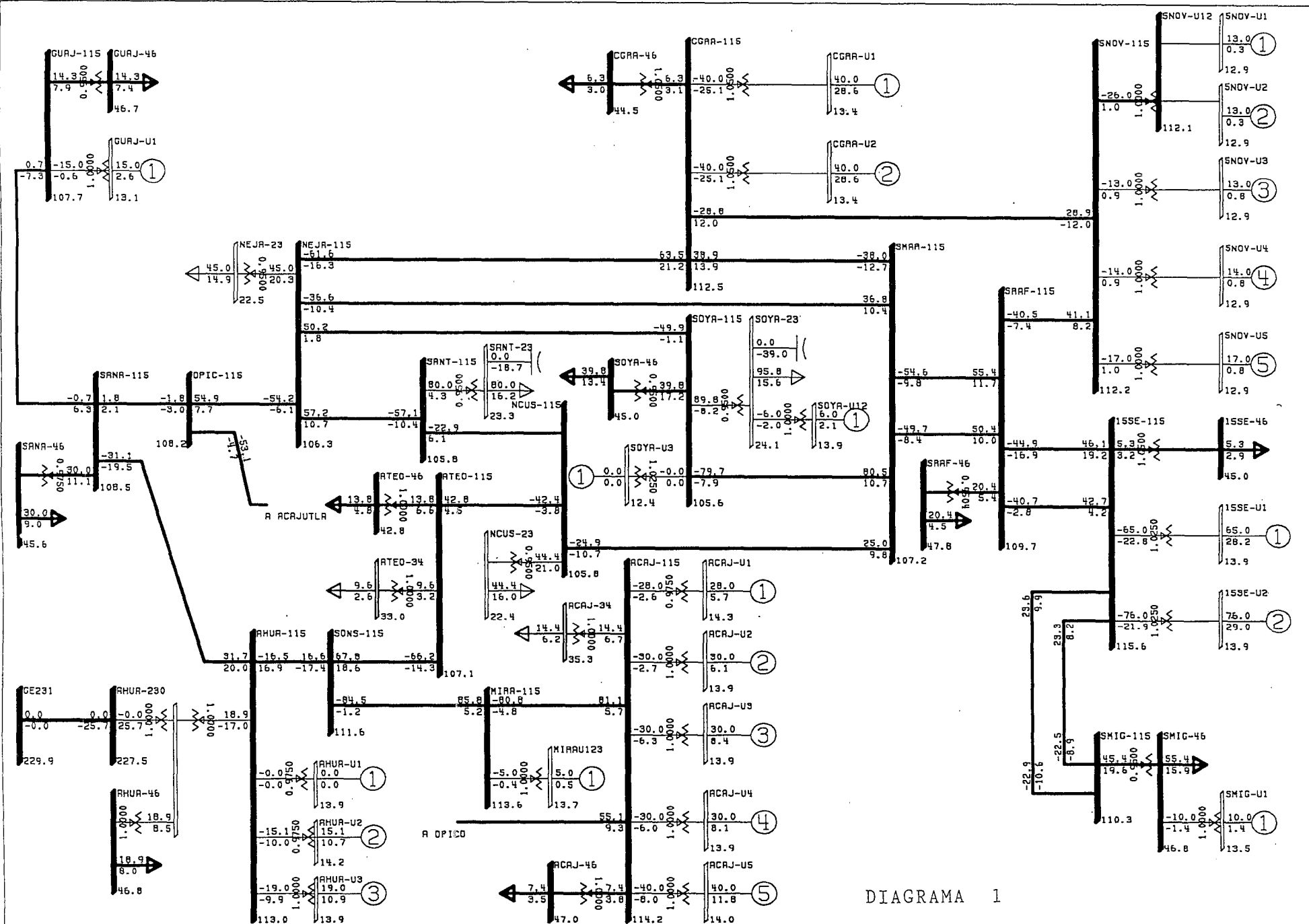


DIAGRAMA 1

*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 MAXCEL93.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA
 CASO BASE MON, DEC 07 1992 11:56

KV: ≤34, ≤46, ≤115

BUS - VOLTAGE (KV)
 BRANCH - MW/MVAR
 EQUIPMENT - MW/MVAR

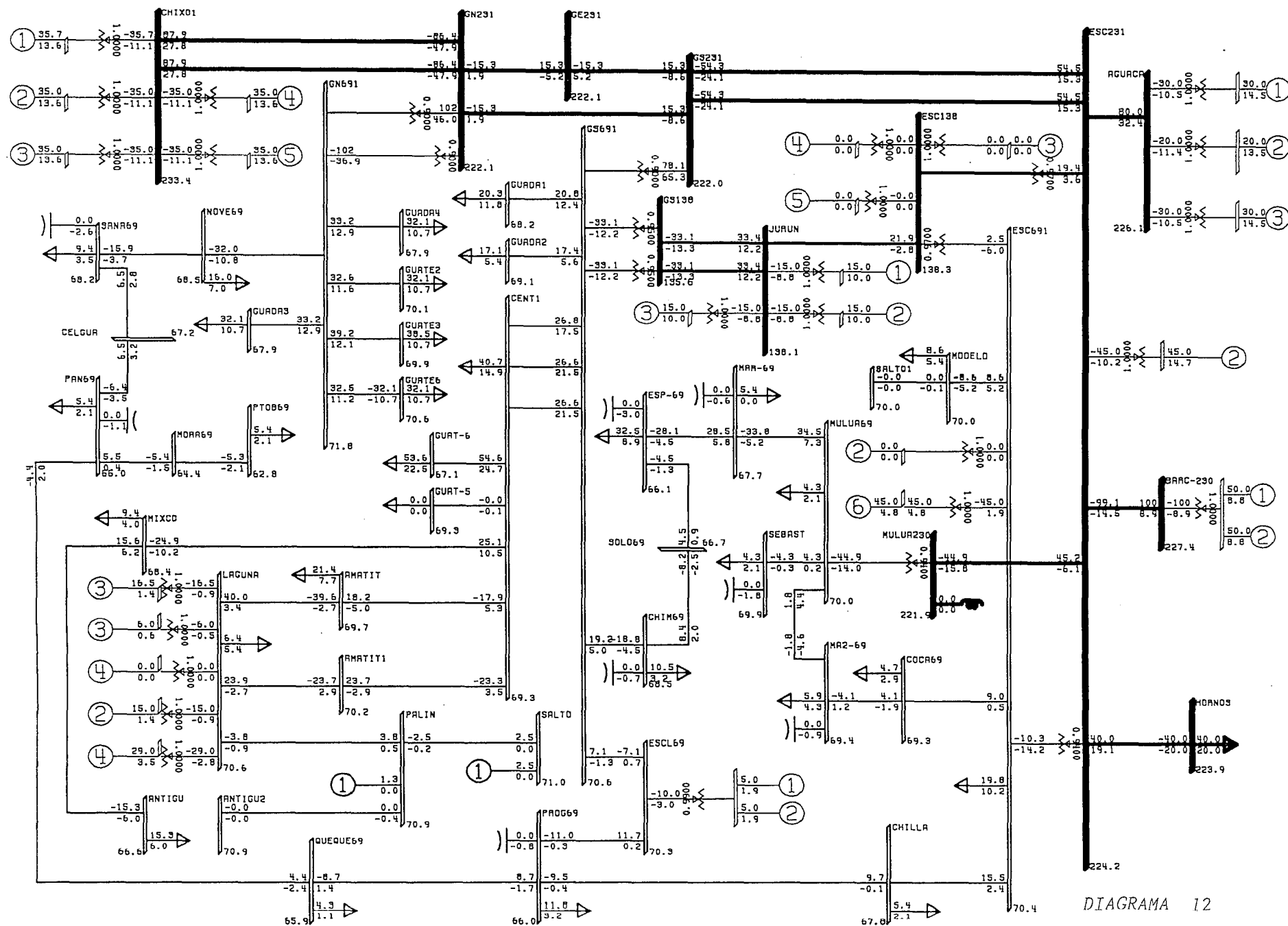


DIAGRAMA 12



***DATOS INDE, DEMANDA MAXIMA 1993 - INDE93.DAT
 **ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA -
 CASO BASE WED, DEC 09 1992 03:48

KV: ≤14, ≤69, ≤138

BUS - VOLTAGE (KV)
 BRANCH - MW/MVAR
 EQUIPMENT - MW/MVAR

III. DISEÑO DEL EDBF SISTEMA INTERCONECTADO INDE-CEL

El diseño del EDBF para los sistemas eléctricos interconectados de El Salvador y Guatemala debe contemplar la protección del sistema global interconectado y cada red operando aislada. Las entidades responsables de su revisión y ajuste son las que supervisan la operación global de los sistemas, ya que éstas poseen una visión completa de las condiciones de operación.

Se realizaron estudios dinámicos para evaluar los esquemas de desconexión de carga por baja frecuencia (EDBF) actualmente implantados en la CEL y el INDE, utilizando un modelo desagregado para ambos sistemas. Dicha evaluación se realizó con el objetivo de juzgar su comportamiento desde el punto de vista de la protección de los sistemas interconectados integrados contra disturbios.

Inicialmente se procedió a sintonizar las redes en forma aislada y posteriormente a interconectarlas para analizar su comportamiento global.

En la actualidad, el INDE concentra el corte de carga en el sistema servido por la EEGSA y ésta posee una combinación de relés de estado sólido y electromecánicos con diferentes tiempos de retardo, lo cual trae como consecuencia una severa descoordinación entre los esquemas de ambos sistemas.

Afortunadamente la EEGSA acaba de adquirir un lote de relés de estado sólido, lo cual le permitirá remplazar los antiguos relés electromecánicos y poner en práctica el EDBF resultante de este estudio.

Haciendo uso de un modelo concentrado y un modelo desagregado, los profesionales del INDE, la CEL y EEGSA realizaron un trabajo iterativo para probar diversos esquemas y seleccionar el que mejor respondiera a los planteamientos de defensa contra disturbios.

La clasificación de las contingencias para la prueba y simulación de los esquemas se muestran en los cuadros 6 y 7 para cada sistema; éstos contemplan principalmente pérdida de generación en los porcentajes indicados en los mismos.

En los cuadros 8 y 9 se muestran los EDBF actuales, tanto de la CEL como del INDE.

1. CEL: Diagnóstico del EDBF actual

Las simulaciones realizadas para los tres escenarios de contingencias y las tres condiciones de operación, revelaron los siguientes resultados:

a) El esquema actual protege al sistema contra los principales tipos de contingencia que hacen que el sistema experimente déficit de generación; sin embargo, se notó una descoordinación en el tiempo de desconexión de carga en alguna de las etapas.

b) La descoordinación de tiempos permite el mayor abatimiento de la frecuencia, activando etapas de desconexión innecesariamente al cruzarse el disparo de carga de una etapa con la frecuencia de activación de otra.

c) El tiempo de activación de los relevadores de Guajoyo (etapa 6), Santa Ana (etapa 3) y Ahuachapán (etapa 1), muestran un retraso considerable afectando la coordinación del esquema.

d) Ante contingencias medianas y leves, el esquema desconecta mayor cantidad de carga de la debida, provocando oscilaciones de frecuencia cercanas a los 60 Hz. Esto viola uno de los objetivos en el diseño de los EDBF, afectando a mayor cantidad de usuarios en el sistema, al no ser precisa la cantidad de carga a desconectar.

Además, se nota elevaciones de voltaje en las subestaciones San Antonio Abad y Soyapango, al tirar más carga de la necesaria y quedar sobrecompensado el nodo en potencia reactiva.

Las figuras de la 1 a la 6,^{3/} muestran el comportamiento de la frecuencia y el voltaje en los nodos donde se encuentran ubicadas las etapas de desconexión, para las condiciones de operación máxima y los tres escenarios de contingencia mostrados en el cuadro 6.

También se muestra a continuación un resumen de la actuación del esquema ante perturbaciones severa, mediana y leve (véanse los cuadros del 10 , 11 y 12).

2. INDE/EEGSA: Comentarios del EDBF actual

Como se puede ver en el cuadro 9, la primera etapa del EDBF de Guatemala está en 59 hz, con un porcentaje global de disparo de carga de 4.31%. Por

^{3/} Los cuadros y figuras se muestran al final del capítulo.

el contrario, en El Salvador la primera etapa está en 59.5 hz y la segunda en 59.2 hz, con porcentajes globales de disparo de carga de 7.85% y 9.15%, respectivamente. Así, cuando accionan los EDBF, en Guatemala se inicia el disparo de carga en momentos tales que en El Salvador ya se ha desconectado un 17% de su carga global. Adicionalmente, los montos totales de carga a desconectar en cada país son 57.75% en El Salvador y 26.76% en Guatemala.

Por lo expuesto, se concluyó que no tenía ningún objeto efectuar simulaciones con el propósito de evaluar el actual EDBF de Guatemala.

3. CEL/INDE: Propuesta de un nuevo EDBF

Después de varios análisis, y siguiendo los lineamientos expuestos en el Capítulo I, se concluyó que los esquemas de desconexión de carga a implementar en cada una de las áreas de control serían los mostrados en los cuadros del 13 al 16. Se considera que la EEGSA ha incorporado los nuevos relés de estado sólido para operar en el EDBF propuesto.

Los EDBF para cada una de las estaciones (como criterio de rotación en función del despacho de carga característico de cada estación), se probaron exhaustivamente para las tres condiciones de operación respectiva, con resultados satisfactorios (véase el cuadro 17).

Cabe mencionar que los esquemas propuestos para cada país se probaron en forma aislada, obteniéndose muy buenos resultados en las diferentes condiciones de operación para cada una de las contingencias seleccionadas (véanse las figuras de la 7 a la 42 en el caso de El Salvador, y de la 43 a la 60 en el caso de Guatemala).

4. CEL: Comentarios del EDBF propuesto

El restablecimiento del equilibrio generación-demanda que se realiza por medio de los esquemas de desconexión se refleja en la recuperación de la frecuencia y en la estabilización de los voltajes en los diferentes puntos donde se realiza el disparo de carga.

A continuación se detallan algunos comentarios relevantes de la actuación del esquema para los diferentes casos estudiados:

a) Debido a la importancia en el tiempo de actuación de relevadores e interruptores, se estimó conveniente el diseño del esquema únicamente con relés de estado sólido tipo microprocesado con alta resolución.

b) Dado que algunas de las etapas del esquema propuesto coinciden con el esquema anterior, para adecuar la coordinación en el tiempo de actuación, se recomienda la sustitución de algunos de los relevadores, tales como:

- Etapa 6 Guajoyo 46 kv
- Etapa 1 Ahuachapán 46 kv
- Etapa 3 Santa Ana 46 kv

c) Al monitorear las oscilaciones de los voltajes en los diferentes nodos donde se realiza la desconexión de carga, se observó un sobrevoltaje excesivo en la barra de Soyapango 23 kv al desconectar la carga (del orden de arriba del 15% del nominal).

Considerando que dicha barra se encuentra compensada con bancos de capacitores, se recomienda que la actuación de esta etapa se encuentre asociada con la apertura parcial de los bancos en mención, para no sobrecompensar la potencia reactiva durante la contingencia y reducir riesgos de daños a los equipos en la subestación Soyapango.

d) En los esquemas propuestos se nota una adecuada coordinación, tanto para el esquema de verano como el de invierno, protegiendo al sistema para los tres niveles de perturbación estudiados.

En demanda media, existe una gran cantidad de reactivos consumidos por la red y la reserva de regulación de voltaje en las máquinas se encuentra limitada, observándose oscilaciones de voltaje de magnitud considerable al experimentar el desbalance y empezar a actuar el esquema de corte de carga.

5. INDE/EEGSA: Comentarios del EDBF propuesto

Con el EDBF propuesto se procedió a simular varias contingencias, como se indica a continuación.

a) En demanda máxima: en contingencia leve se simuló la pérdida de generación de las dos barcazas (100 MW, 17%); en contingencia mediana, adicional a la pérdida de las dos barcazas, se considera la salida de Vapor 2 de Escuintla y Gas 6 de Escuintla (190 MW, 33%); en contingencia severa,

se incluyen en adición la salida de las tres unidades de Aguacapa (271 MW, 47%) (véanse las figuras de la 43 a la 48).

b) En demanda media: contingencia leve se simuló la pérdida de las dos barcazas (100 MW, 23%); en contingencia mediana, la pérdida de las dos barcazas y Gas 6 de Escuintla (145 MW, 33%); en contingencia severa, la pérdida de las dos barcazas, Vapor 2 de Escuintla y Gas 6 de Escuintla (190 MW, 44 %) (véanse las figuras de la 49 a la 54).

c) En demanda mínima: contingencia leve, se simuló la pérdida de una barcaza (50 MW, 20%); en contingencia mediana, la pérdida de una barcaza, Vapor 3 de Laguna y Gas 3 de Laguna (72 MW, 28%); en contingencia severa, la pérdida de las dos barcazas (100 MW, 39%) (véanse las figuras de la 55 a la 60).

En todos los casos descritos, actuó el EDBF propuesto en forma satisfactoria.

6. Comentarios sobre la actuación del esquema de desconexión de carga del sistema interconectado CEL-INDE

Para validar los esquemas propuestos en la operación interconectada, se realizaron varios tipos de contingencias, según muestran el cuadro 17 y las figuras de la 61 a la 75, donde se detallan las condiciones de operación de los sistemas: el flujo de intercambio en el enlace, la contingencia simulada de acuerdo con la clasificación realizada antes, la condición del enlace en el disturbio, así como el reporte de actuación del esquema en ambos sistemas, resaltando las frecuencias mínimas alcanzadas, así como la frecuencia final resultante en estado estable.

Puede observarse que al ocurrir una falla en cualquiera de las dos áreas interconectadas, manteniendo el enlace cerrado, el EDBF propuesto realiza cortes de carga equitativos en ambos países, alcanzando a operar solamente las primeras etapas del esquema. Por el contrario, cuando el enlace se abre, el país donde se experimenta la falla soporta todo el corte de carga, alcanzando hasta un máximo de seis etapas y, en el caso más crítico, se llega a tener voltajes y frecuencias bajos en el área afectada.

Deben mencionarse los grandes beneficios que adquieren los dos países al mantener el enlace de interconexión cerrado. Cuando ocurra una falla en un área, el esquema de desconexión automática actuará en forma alterna

en ambos países, incrementándose el flujo en el enlace hacia el área fallada, a costa de realizar cortes de carga en el área no afectada. Por lo tanto, se recomienda que después de ocurrida la falla y recuperado el sistema, el país donde ocurrió ésta sea el responsable de realizar el control manual de sus unidades para que el área vecina pueda restablecer lo más pronto posible su servicio desconectado.

El cuadro 17 muestra también el valor que alcanza la frecuencia después de ocurrida la falla, alcanzando valores permisibles dentro del rango de seguridad requerido para operar las unidades sin riesgo alguno, quedando a criterio de los operadores la ejecución de las maniobras adecuadas para restaurar rápidamente el servicio desconectado.

Cuadro 6

EL SALVADOR: CLASIFICACION DE CONTINGENCIAS

Condición de operación	Tipo de contingencia: Pérdida de generación					
	Leve		Mediana		Severa	
	P	(%)	P	(%)	P	(%)
Máxima	84 MW	17.1	160 MW	32.6	232 MW	47
Media	57 MW	7.4	108 MW	25.6	181 MW	43
Mínima	44 MW	19.1	70 MW	30.6	106 MW	46

Cuadro 7

GUATEMALA: CLASIFICACION DE CONTINGENCIAS

Condición de operación	Tipo de contingencia: Pérdida de generación					
	Leve		Mediana		Severa	
	P	(%)	P	(%)	P	(%)
Máxima	100 MW	17	190 MW	33	271 MW	48
Media	100 MW	23	145 MW	33	190 MW	44
Mínima	50 MW	20	72 MW	28	100 MW	39

Cuadro 8

EL SALVADOR: ESQUEMA ACTUAL DE DESCONEXION DE BAJA FRECUENCIA, 1992

Etapas	Frecuencia (Hz)	Porcentaje global	Alimentadores	Porcentaje de carga de la barra a desconectar	Tiempo de actuación (seg) relevador + disyuntor
1	59.5	7.85	Ahuachapán 46 kV	100	0.3347
			Soyapango 46 kV	44	0.2034
2	59.2	9.15	Nuevo Cuscatlán 23 kV	100	0.1987
3	58.9	15.35	Santa Ana 46 kV	100	0.3940
			Mejapa 23 kV	100	0.208
4	58.6	9.96	San Antonio Abad 23 kV (CAESS)	53	0.195
5	58.3	9.64	Soyapango 23 kV	50	0.167
6	58.0	5.8	Guajoyo 46 kV	100	0.3947
			Acajutla 34.5 kV	100	0.20
T O T A L		57.75			

Cuadro 9

GUATEMALA: ESQUEMA ACTUAL DE DESCONEXION DE BAJA FRECUENCIA, 1992

Etapas	Frecuencia (Hz)	Porcentaje global	Subestaciones	Porcentaje de carga de la barra a desconectar	Tiempo de actuación (seg) relevador + disyuntor
1	59.0	4.31	Guate 2 Guat - 6 Mixco	14.1 23.4 67.0	0.145 0.255 0.145
2	58.5	4.14	Guate 3 Centro Amatit Guada 2	16.5 25.2 23.0 10.8	0.145 0.145 0.145 0.295
3	58.0	3.72	Guate 6 Guate 3 Guada 4	20.2 12.8 38.9	0.295 0.145 0.295
4	57.5	4.81	Guate 3 Guada 3 Mixco Centro	38.5 13.7 33.0 18.8	0.295 0.145 0.295 0.145
5	57.5	4.01	Guate 2 Guate 3 Centro Guada 2 Amatit	13.5 20.6 7.2 12.7 16.7	1.045 1.045 1.045 1.045 1.045
6	57.5	1.86	Guate 3 Guada 3	15.4 13.7	2.045 2.045
7	58.0	1.78	Guate 2	23.7	3.045
8	58.5	2.13	Guate 6 Centro	25.8 13.0	5.045 5.045
T O T A L		26.76			

Cuadro 10

EL SALVADOR: CONTINGENCIA SEVERA-DEMANDA MAXIMA EDBF-ACTUAL

Tiempo (seg.)	Etapas	Frecuencia (Hz)	Carga desconectada acumulada (MW)
0.000	- - - - -	60.000	0.0
0.425	1-Ahuachapán	59.499	0.0
0.433	1-Soyapango	59.494	0.0
0.633	1-Soyapango	59.208	18.7
0.642	2-Nuevo Cuscatlán	59.200	18.7
0.758	1-Ahuachapán	59.029	38.1
0.842	2-Nuevo Cuscatlán	58.969	85.8
0.883	3-Santa Ana	58.897	85.8
0.908	3-Nejapa	58.896	85.8
1.117	3-Nejapa	58.629	133.9
1.267	4-San Antonio Abad	58.598	133.9
1.283	3-Santa Ana	58.558	165.6
1.467	4-San Antonio Abad	58.44	209.4

Cuadro 11

EL SALVADOR: CONTINGENCIA MEDIANA-DEMANDA MAXIMA EDBF-ACTUAL

Tiempo (seg.)	Etapas	Frecuencia (Hz)	Carga desconectada acumulada (MW)
0.000	- - - - -	60.000	0.0
0.658	1-Ahuachapán	59.498	0.0
0.658	1-Soyapango	59.499	0.0
0.992	1-Ahuachapán	59.208	19.4
1.008	2-Nuevo Cuscatlán	59.197	19.4
1.208	2-Nuevo Cuscatlán	59.100	67.1
1.692	3-Santa Ana	58.900	67.1
1.692	3-Nejapa	58.898	67.1
1.900	3-Nejapa	58.808	115.2
2.092	3-Santa Ana	58.851	146.9

Cuadro 12

EL SALVADOR: CONTINGENCIA LEVE-DEMANDA MAXIMA EDBF-ACTUAL

Tiempo (seg.)	Etapas	Frecuencia (Hz)	Carga desconectada acumulada (MW)
0.000	- - - - -	60.000	0.0
1.167	1-Soyapango	59.498	0.0
1.208	1-Ahuachapán	59.499	0.0
1.367	1-Soyapango	59.477	18.7
1.542	1-Ahuachapán	59.329	38.1

Cuadro 13

EL SALVADOR: ESQUEMA PROPUESTO DE DESCONEXION POR BAJA FRECUENCIA EN INVIERNO

Etapas	Frecuencia (Hz)	Porcentaje global	Alimentadores	Porcentaje de carga de la barra a desconectar	Tiempo de actuación (seg) relevador + disyuntor
1	59.5	7.85	Ahuachapán 46 kV Soyapango 46 kV	100 44	0.2
2	59.2	9.64	Soyapango 23 kV (CAESS)	50	0.2
3	58.9	15.65	San Rafael Cedros 46 kV San Miguel 46 kV	100 100	0.2
4	56.6	9.96	San Antonio Abad 23 kV (CAESS)	53	0.2
5	58.3	9.15	Nuevo Cuscatlán 23 kV	100	0.2
6	58.0	5.8	Guajoyo 46 kV Acajutla 34.5 kV	100 100	0.2
Total		58.05			

Cuadro 14

EL SALVADOR: ESQUEMA PROPUESTO DE DESCONEXION DE BAJA FRECUENCIA EN VERANO (A)

Etapas	Frecuencia (Hz)	Porcentaje global	Alimentadores	Porcentaje de carga de la barra a desconectar	Tiempo de actuación (seg) relevador + disyuntor
1	59.5	7.85	San Rafael Cedros 46 kV Ateos - 46 kV Ateos - 46 kV	100 100 100	0.2
2	59.2	9.64	Soyapango 23 kV (CAESS)	50	0.2
3	58.9	15.65	Santa Ana 46 kV Nejapa 23 kV	100 100	0.2
4	58.6	9.96	San Antonio Abad 23 kV (CAESS)	53	0.2
5	58.3	9.15	Nuevo Cuscatlán 23 kV	100	0.2
6	58.0	5.8	Guajoyo 46 kV Acajutla 34.5 kV	100 100	0.2
Total		58.0			

Cuadro 15

EL SALVADOR: ESQUEMA PROPUESTO DE DESCONEXION POR BAJA FRECUENCIA EN VERANO (B)

Etapas	Frecuencia (Hz)	Porcentaje global	Alimentadores	Porcentaje de carga de la barra a desconectar	Tiempo de actuación (seg) relevador + disyuntor
1	59.5	8.1	San Rafael Cedros 46 kV Aguacaliente 1102213 CAESS	100 21	0.2
2	59.2	9.64	Soyapango 23 kV (CAESS)	47	0.2
3	58.9	15.35	Santa Ana 46 kV Nejapa 23 kV	100 100	0.2
4	58.6	9.96	San Antonio Abad 23 kV (CAESS)	53	0.2
5	58.3	9.15	Nuevo Cuscatlán 23 kV	100	0.2
6	58.0	5.8	Guajoyo 46 kV Acajutla 34.5 kV	100 100	0.2
Total		58.0			

Cuadro 16

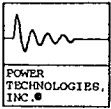
GUATEMALA: ESQUEMA PROPUESTO DE DESCONEXION POR BAJA FRECUENCIA, 1992

Etapas	Frecuencia (Hz)	Porcentaje global	Subestaciones	Porcentaje de carga de la barra a desconectar	Tiempo de actuación (seg) relevador + disyuntor
1	59.5	5.01	Cent 1 Guate 6 Maz - 69	38.3 25.8 100.0	0.145 0.145 0.200
2	59.2	10.12	Guada 2 Guada 4 Guate 2 Guate 3 Guate 6 Guat - 6 Esp - 69 Pan - 69	10.8 25.6 16.6 20.6 22.9 24.3 25.0 100.0	0.145 0.145 0.145 0.145 0.145 0.145 0.20 0.20
3	58.9	15.05	Guada 2 Guada 3 Guada 4 Guate 2 Guate 3 Guate 6 Guat - 6 Mixco Esp - 69 Prog 69	11.0 27.3 51.3 29.3 29.2 20.2 11.0 33.0 25.0 100.0	0.145 0.145 0.145 0.145 0.145 0.145 0.145 0.145 0.20 0.20
4	58.6	14.02	Amatit Antigu Guada 2 Guada 3 Cent 1 Guat - 6 Mixco Coca 69 Esp - 69 Chilla Pto B 69	23.0 65.7 12.7 13.7 14.3 10.7 67.9 100.0 25.0 100.0 100.0	0.145 0.145 0.145 0.145 0.145 0.145 0.145 0.20 0.20 0.20 0.20
5	58.3	11.43	Amatit Cent 1 Guada 3 Guada 4 Guate 2 Guate 3 Guat - 6 Chim 69 Esp - 69 Queque 69	16.7 12.9 24.6 21.2 14.4 25.8 15.3 50.0 25.0 100.0	0.145 0.145 0.145 0.145 0.145 0.145 0.145 0.20 0.20 0.20
6	58.0	7.56	Cent 1 Guada 4 Guate 2 Guate 3 Guat - 6 Chim 69 Sebast Sana 69	32.6 13.3 7.1 15.4 17.0 50.0 100.0 50.0	0.145 0.145 0.145 0.145 0.145 0.20 0.20 0.20

Cuadro 17

CUADRO RESUMEN CONTINGENCIAS SISTEMA INTERCONECTADO INDE - CEL

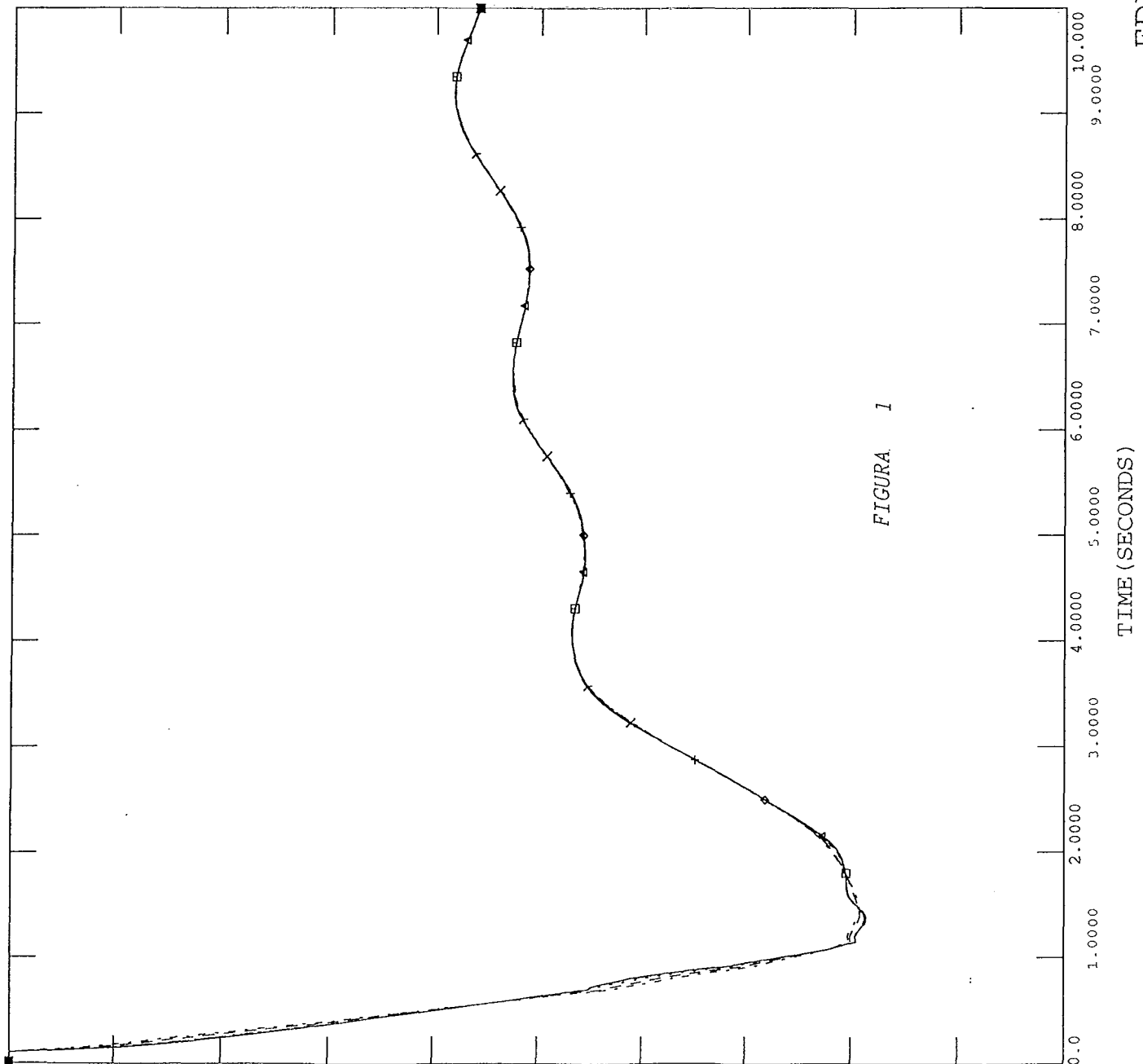
C A S O S	DEMANDA	FLUJO EN EL ENLACE			FALLAS		CONDICION DEL ENLACE	PASOS DE OPERACION		FRECUENCIA MINIMA		FRECUENCIA FINAL	
		DE	A	MW	TIPO	SISTEMA		CEL	INDE	CEL	INDE	CEL	INDE
1	MAXIMA	CEL	INDE	30	SEVERA	INDE	CONECTADO	2	2	59.8	59.05	59.3	59.3
2	MAXIMA	CEL	INDE	30	SEVERA	INDE	DISPARADO	0	5	60.0	58.17	60.3	59.8
3	MAXIMA	INDE	CEL	30	SEVERA	CEL	CONECTADO	2	2	59.04	59.17	59.65	59.65
4	MAXIMA	INDE	CEL	30	SEVERA	CEL	DISPARADO	4	0	58.4	60.00	59.3	60.2
5	MEDIA	CEL	INDE	50	SEVERA	INDE	CONECTADO	2	2	59.11	59.00	59.4	59.4
6	MEDIA	CEL	INDE	50	SEVERA	INDE	DISPARADO	0	6	60.00	57.75	60.3	59.16
7	MEDIA	CEL	INDE	50	MODERADA	INDE	CONECTADO	1	2	59.3	59.2	59.92	59.92
8	MEDIA	CEL	INDE	50	LEVE	INDE	CONECTADO	1	1	59.41	59.39	59.62	59.62
9	MEDIA	INDE	CEL	50	SEVERA	CEL	CONECTADO	2	2	59.12	59.10	59.7	59.70
10	MEDIA	INDE	CEL	50	SEVERA	CEL	DISPARADO	5	0	58.27	60.00	60.23	60.44
11	MEDIA	INDE	CEL	50	MODERADA	CEL	CONECTADO	1	1	59.4	59.4	59.6	59.6
12	MEDIA	INDE	CEL	50	MODERADA	CEL	DISPARADO	3	0	58.79	60.00	59.9	60.4
13	MEDIA	INDE	CEL	50	LEVE	CEL	CONECTADO	1	1	59.4	59.4	60.0	60.0
14	MAXIMA	CEL	INDE	0	SEVERA	CEL	CONECTADO	2	2	59.07	59.13	59.4	59.5
15	MAXIMA	CEL	INDE	0	SEVERA	INDE	CONECTADO	3	3	58.89	58.83	60.00	60.05



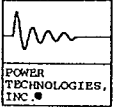
*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: chan1

60.000	CHNL# 165: $60 * (1 + [\text{FRQ-AHUA-46}])$	>----->	58.000
60.000	CHNL# 176: $60 * (1 + [\text{FRQ-NCUS-23}])$	X-----X	58.000
60.000	CHNL# 169: $60 * (1 + [\text{FRQ-SANA-46}])$	+-----+	58.000
60.000	CHNL# 175: $60 * (1 + [\text{FRQ-NEJA-23}])$	◆-----◆	58.000
60.000	CHNL# 174: $60 * (1 + [\text{FRQ-SANT-23}])$	←-----→	58.000
60.000	CHNL# 166: $60 * (1 + [\text{FRQ-SOYA-46}])$	□-----□	58.000

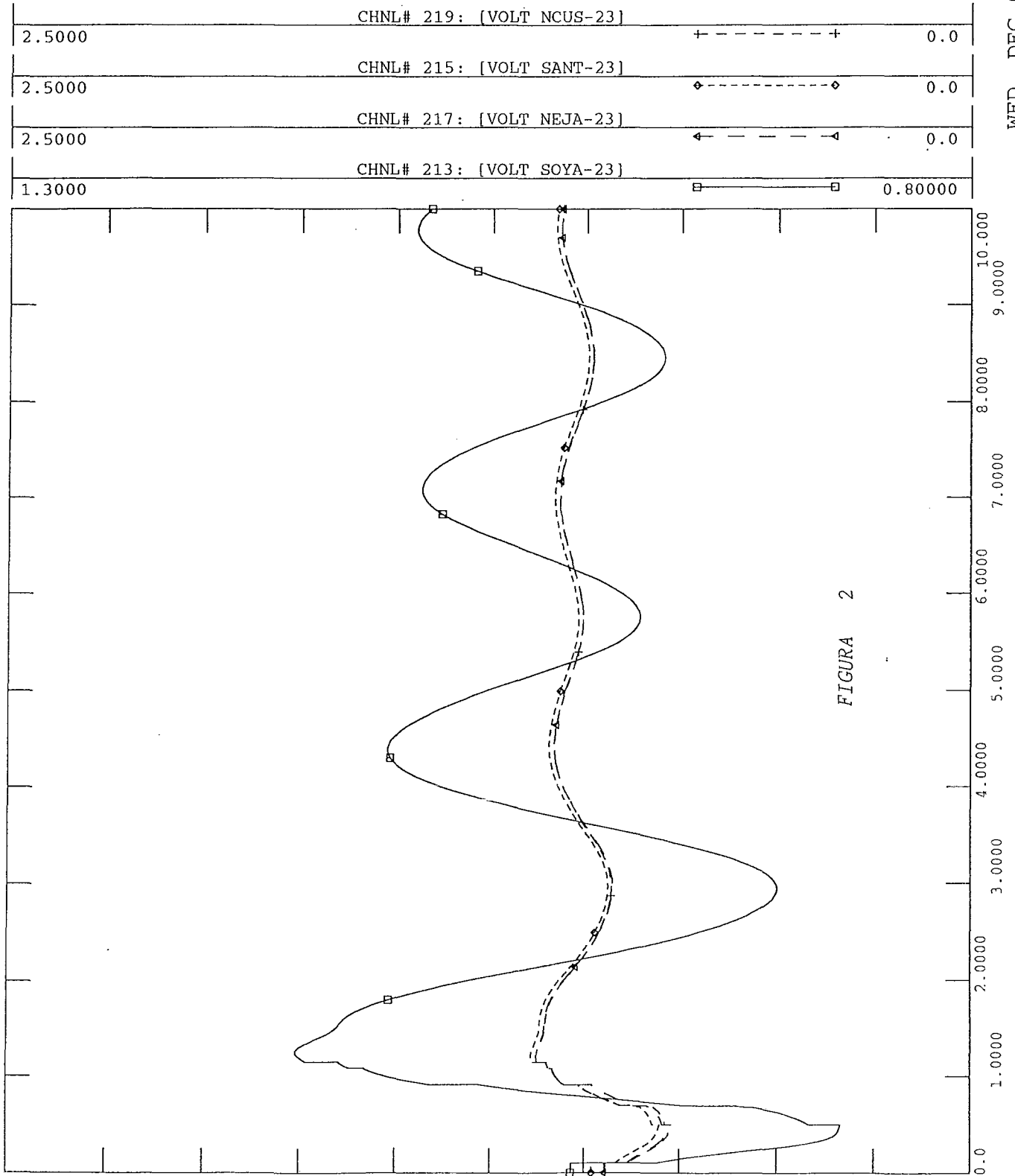


WED, DEC 09 1992 07:33
 EDBF ACT. CONT SEVERA

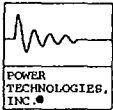


*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: chan1



WED, DEC 09 1992 07:35
 EDBF ACT. CONT SEVERA



*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: chan2

61.000	CHNL# 165: $60 * (1 + [\text{FRQ-AHUA-46}])$	→ - - - - - →	58.000
61.000	CHNL# 176: $60 * (1 + [\text{FRQ-NCUS-23}])$	x - - - - - x	58.000
61.000	CHNL# 169: $60 * (1 + [\text{FRQ-SANA-46}])$	+ - - - - +	58.000
61.000	CHNL# 175: $60 * (1 + [\text{FRQ-NEJA-23}])$	◇ - - - - ◇	58.000
61.000	CHNL# 174: $60 * (1 + [\text{FRQ-SANT-23}])$	← - - - - →	58.000
61.000	CHNL# 166: $60 * (1 + [\text{FRQ-SOYA-46}])$	□ - - - - □	58.000

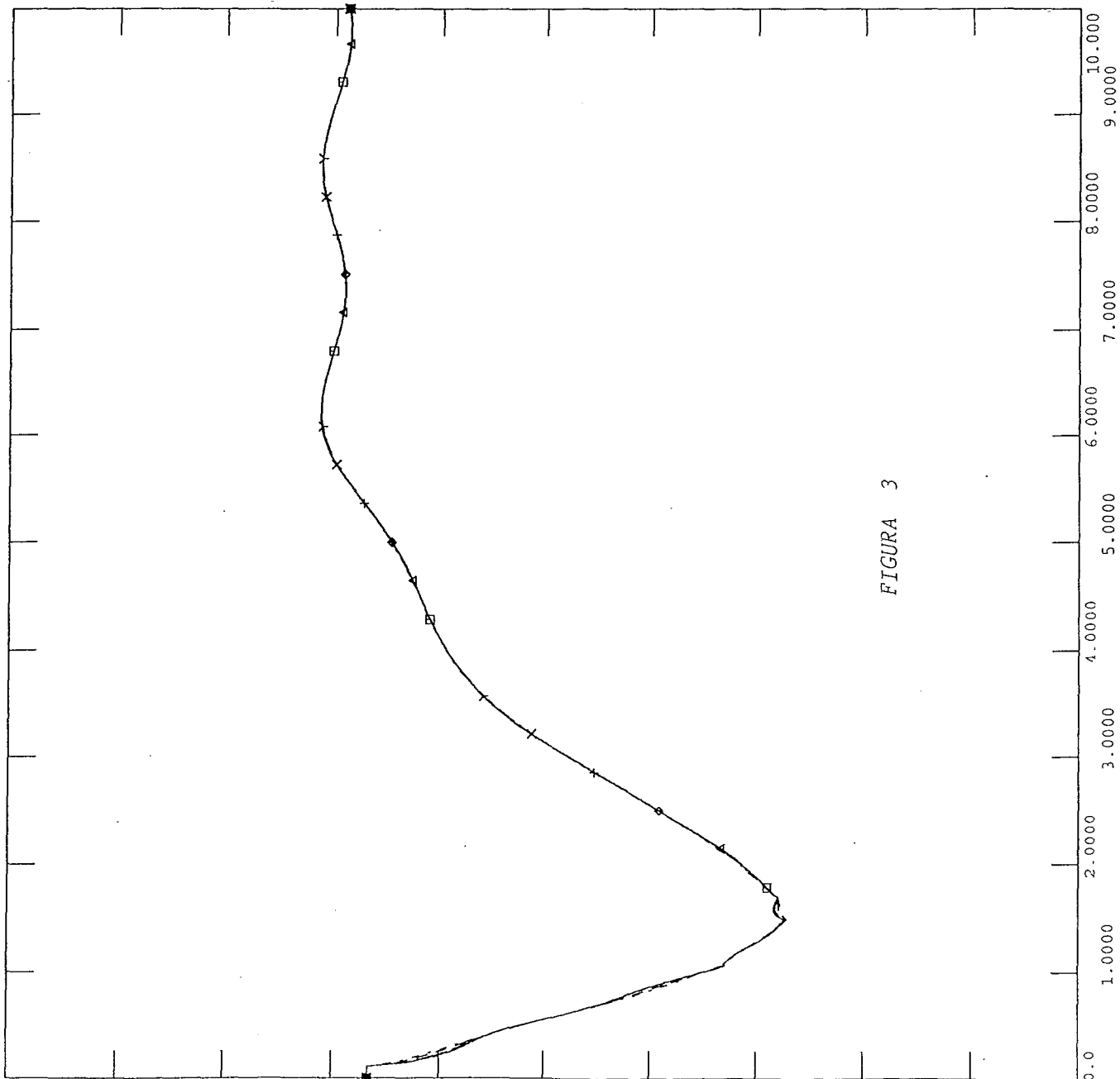


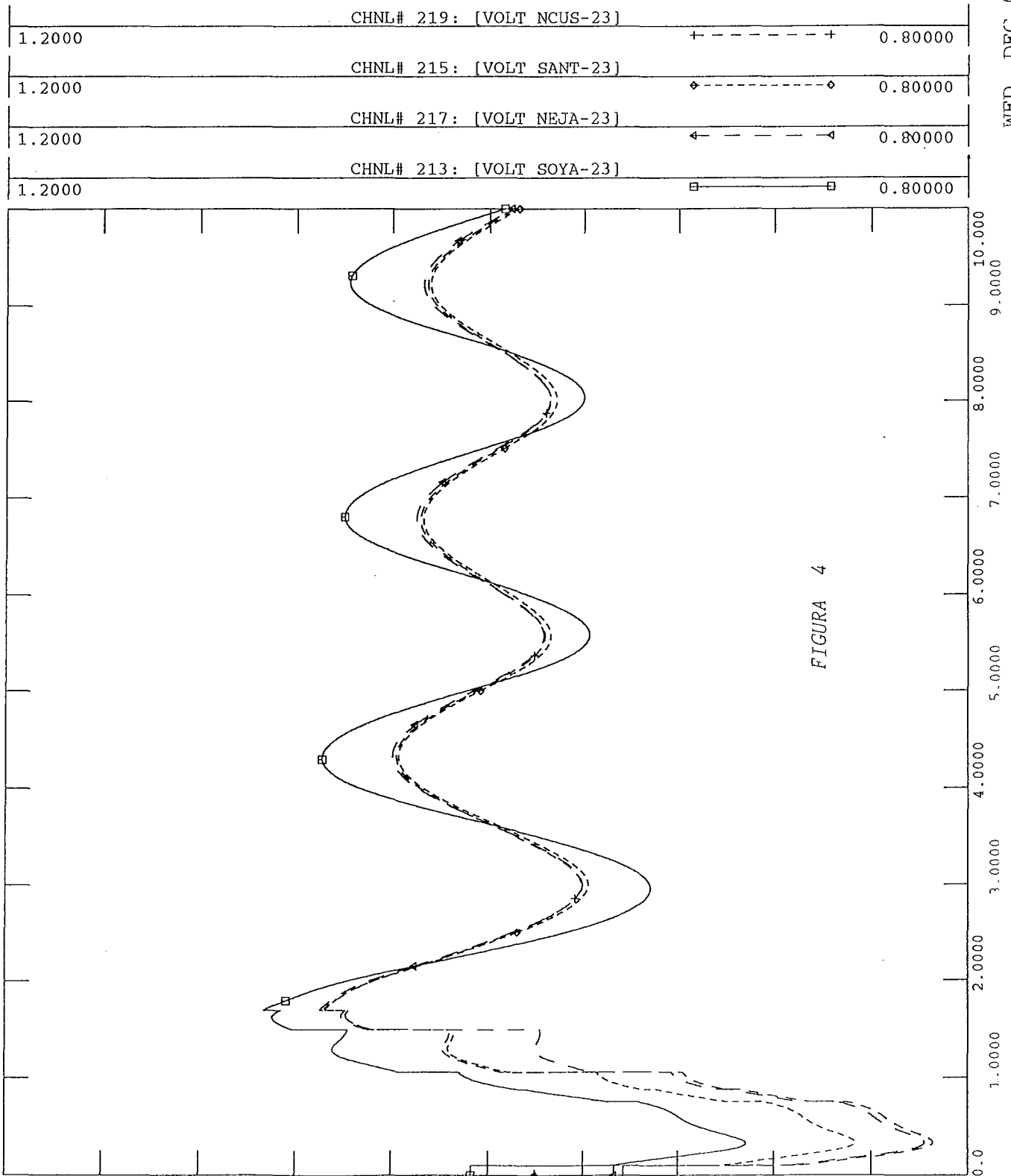
FIGURA 3

WED, DEC 09 1992 07:56
 EDBF ACT. CONT MEDIANA

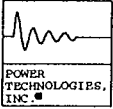


*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: chan2



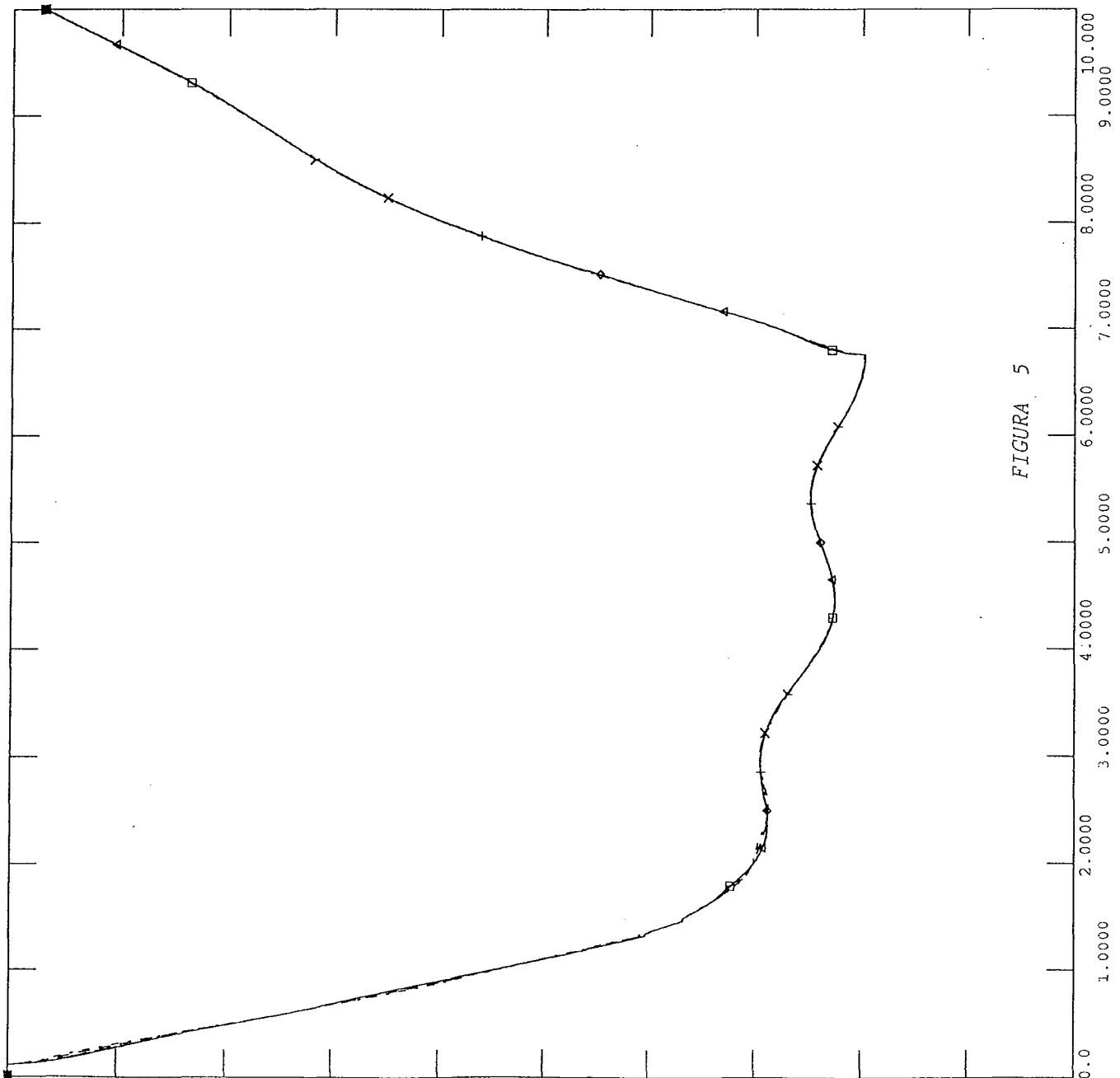
WED, DEC 09 1992 08:02
 EDBF ACT. CONT MEDIANA



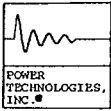
*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: chan3

60.000	CHNL# 165: $60 * (1 + [\text{FRQ-AHUA-46}])$	>----->	59.000
60.000	CHNL# 176: $60 * (1 + [\text{FRQ-NCUS-23}])$	x-----x	59.000
60.000	CHNL# 169: $60 * (1 + [\text{FRQ-SANA-46}])$	+-----+	59.000
60.000	CHNL# 175: $60 * (1 + [\text{FRQ-NEJA-23}])$	◇-----◇	59.000
60.000	CHNL# 174: $60 * (1 + [\text{FRQ-SANT-23}])$	←-----→	59.000
60.000	CHNL# 166: $60 * (1 + [\text{FRQ-SOYA-46}])$	□-----□	59.000



WED, DEC 09 '1992 09:17
 EDBF ACTUAL CONT LEVE



*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: chan3

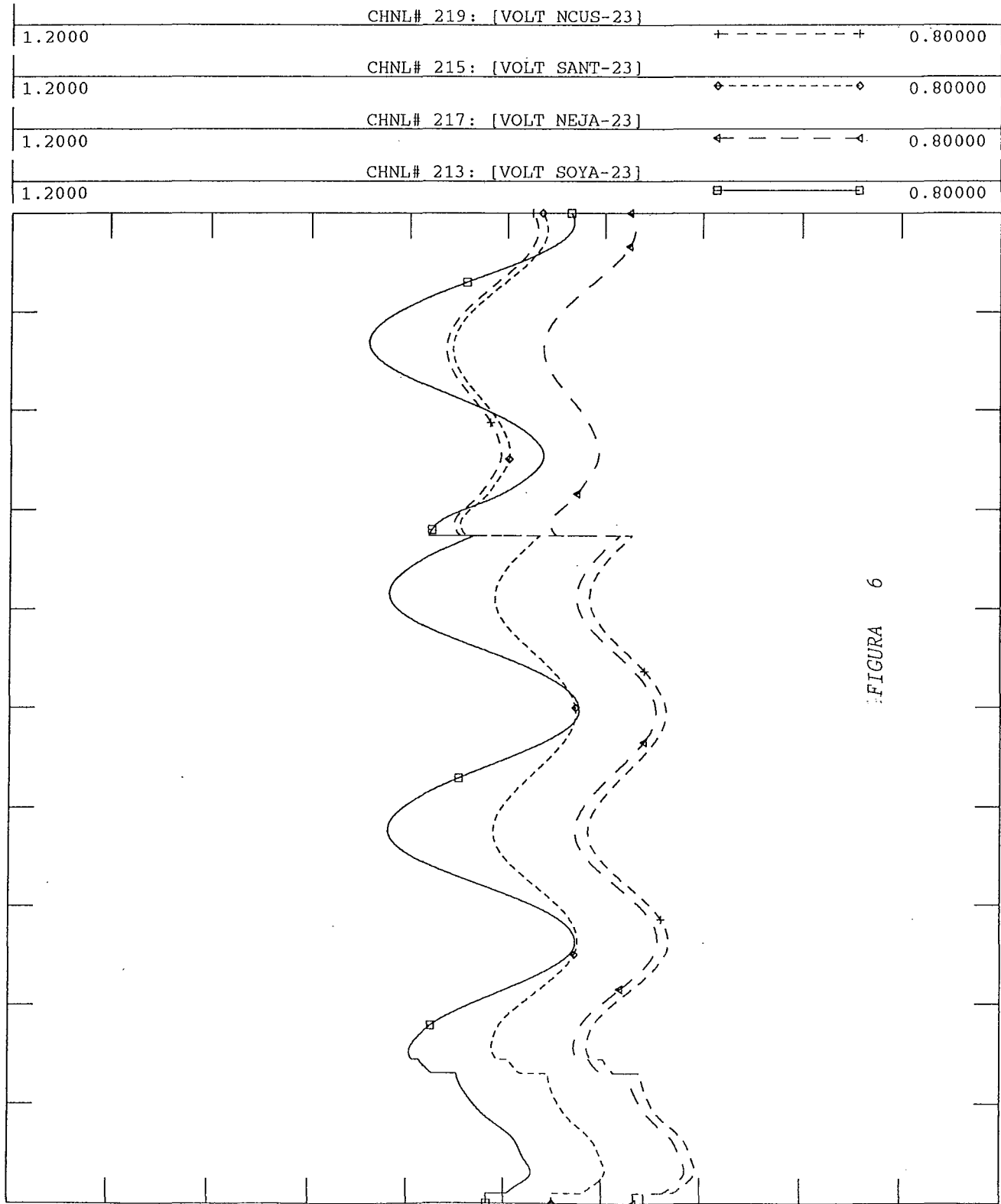
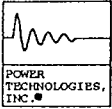


FIGURA 6

WED, DEC 09 1992 09:27
 EDBF ACTUAL CONT LEVE



*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: ver1

60.000	CHNL# 165: $60 * (1 + [\text{FRQ-AHUA-46}])$	>----->	58.000
60.000	CHNL# 176: $60 * (1 + [\text{FRQ-NCUS-23}])$	x-----x	58.000
60.000	CHNL# 168: $60 * (1 + [\text{FRQ-SMIG-46}])$	+-----+	58.000
60.000	CHNL# 167: $60 * (1 + [\text{FRQ-SRAF-46}])$	◇-----◇	58.000
60.000	CHNL# 174: $60 * (1 + [\text{FRQ-SANT-23}])$	←-----→	58.000
60.000	CHNL# 166: $60 * (1 + [\text{FRQ-SOYA-46}])$	□-----□	58.000

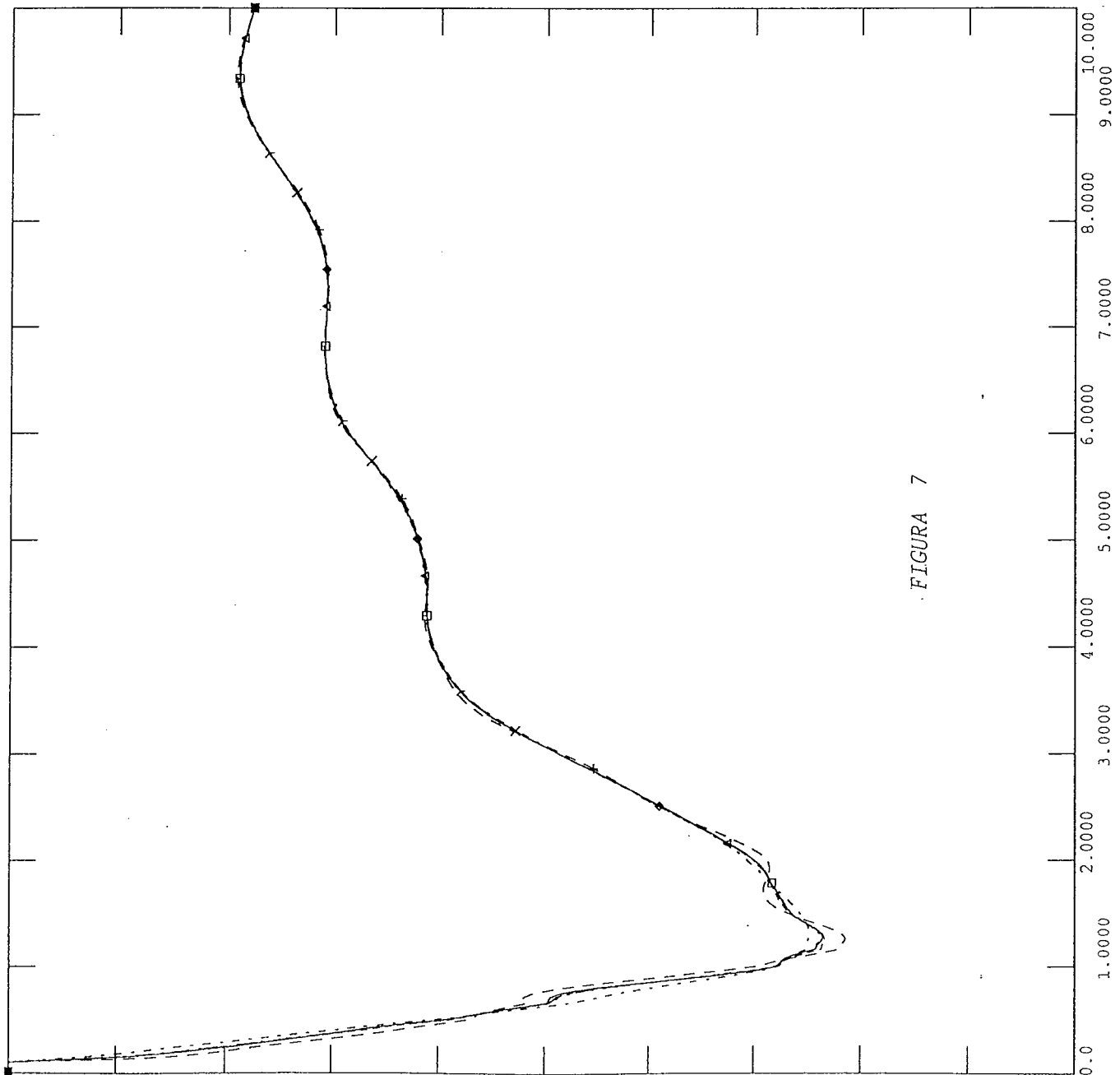
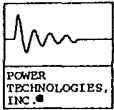


FIGURA 7

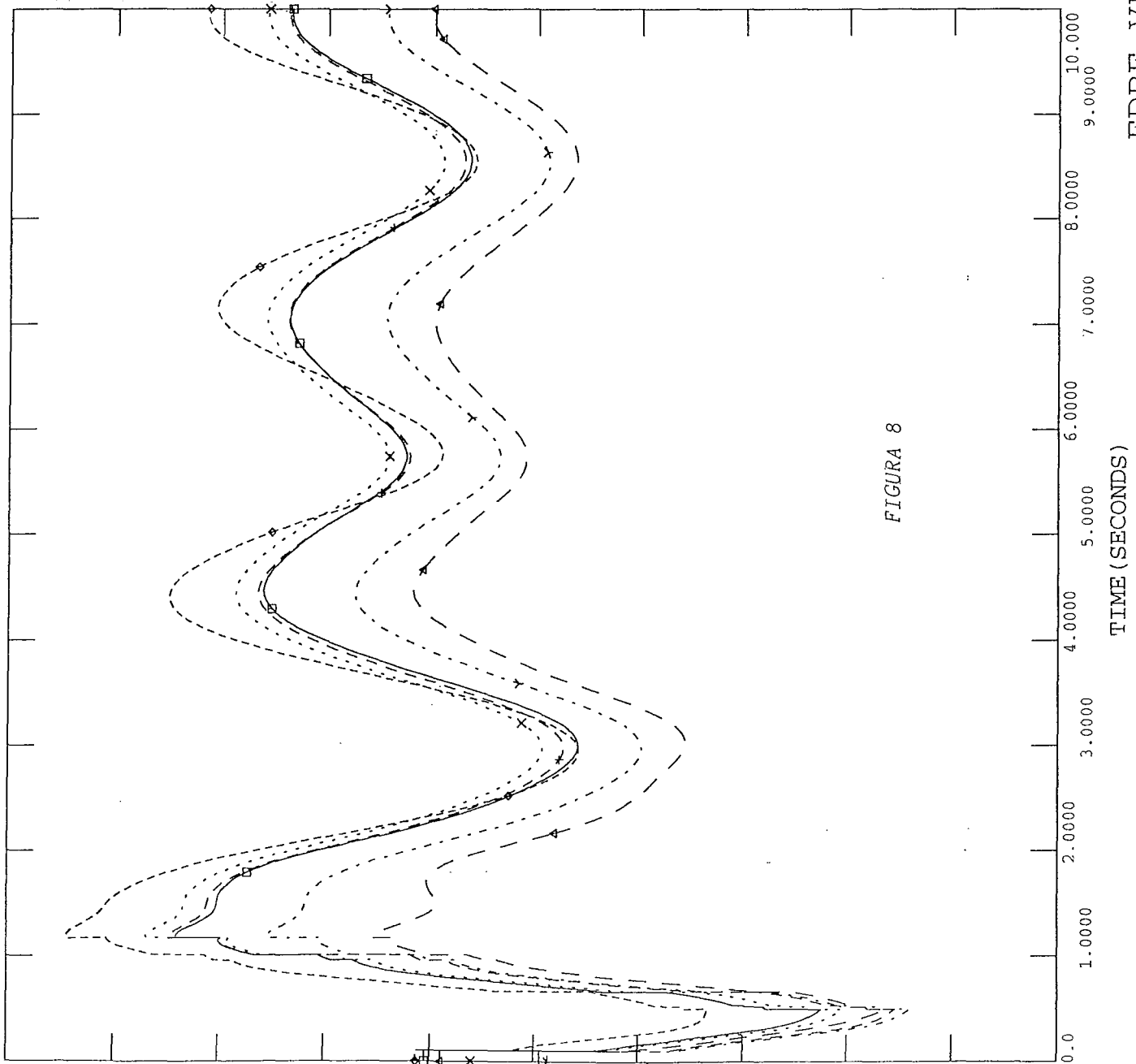
WED, DEC 09 1992 12:54
 EDBF VERANO CONT SEVERA



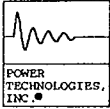
*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: ver1

1.2000	CHNL# 219: [VOLT NCUS-23]	→-----→	0.70000
1.2000	CHNL# 215: [VOLT SANT-23]	x-----x	0.70000
1.2000	CHNL# 217: [VOLT NEJA-23]	+-----+	0.70000
1.2000	CHNL# 213: [VOLT SOYA-23]	◆-----◆	0.70000
1.2000	CHNL# 203: [VOLT SMIG-46]	←-----←	0.70000
1.2000	CHNL# 201: [VOLT SRAF-46]	■-----■	0.70000



WED, DEC 09 1992 12:56
 EDBF VERANO CONTIN SEVERA



*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: ver2

61.000	CHNL# 165: $60 * (1 + [\text{FRQ-AHUA-46}])$	>----->	58.000
61.000	CHNL# 176: $60 * (1 + [\text{FRQ-NCUS-23}])$	X.....X	58.000
61.000	CHNL# 168: $60 * (1 + [\text{FRQ-SMIG-46}])$	+-----+	58.000
61.000	CHNL# 167: $60 * (1 + [\text{FRQ-SRAF-46}])$	◇-----◇	58.000
61.000	CHNL# 174: $60 * (1 + [\text{FRQ-SANT-23}])$	←-----→	58.000
61.000	CHNL# 166: $60 * (1 + [\text{FRQ-SOYA-46}])$	□-----□	58.000

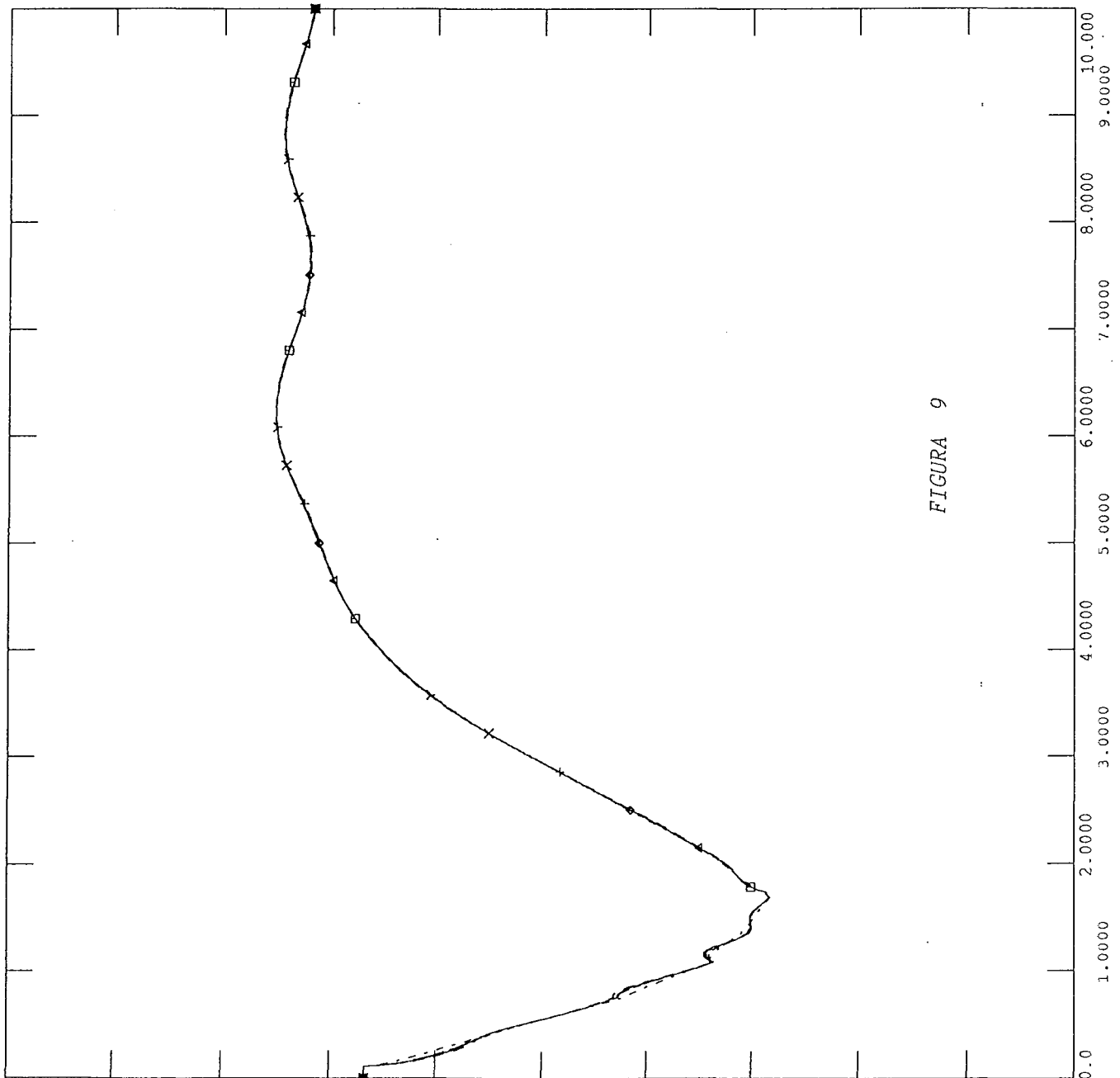
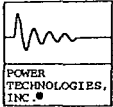


FIGURA 9

TIME (SECONDS)

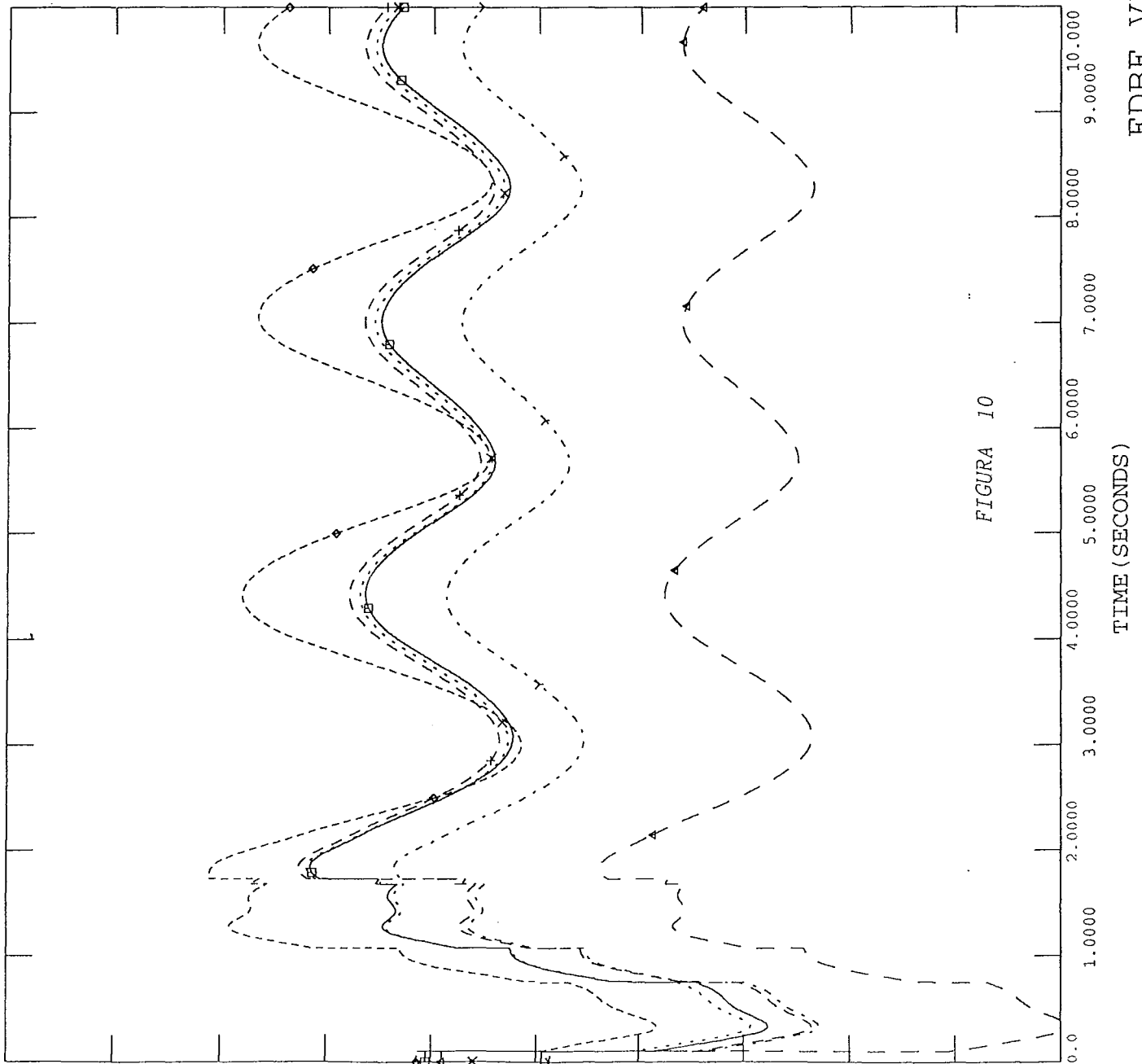
WED, DEC 09 1992 13:02
 EDBF VERANO CONT MEDIANA



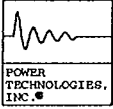
*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: ver2

1.2000	CHNL# 219: [VOLT NCUS-23]	→ - - - - - →	0.70000
1.2000	CHNL# 215: [VOLT SANT-23]	x - - - - - x	0.70000
1.2000	CHNL# 217: [VOLT NEJA-23]	+ - - - - +	0.70000
1.2000	CHNL# 213: [VOLT SOYA-23]	◇ - - - - ◇	0.70000
1.2000	CHNL# 203: [VOLT SMIG-46]	← - - - - →	0.70000
1.2000	CHNL# 201: [VOLT SRAF-46]	□ - - - - □	0.70000



WED, DEC 09 1992 12:59
 EDBF VERANO CONTIN MEDIAN



*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: ver3

61.000	CHNL# 165: 60*(1+[FRQ-AHUA-46])	----->	58.000
61.000	CHNL# 176: 60*(1+[FRQ-NCUS-23])	x-----x	58.000
61.000	CHNL# 168: 60*(1+[FRQ-SMIG-46])	+-----+	58.000
61.000	CHNL# 167: 60*(1+[FRQ-SRAF-46])	o-----o	58.000
61.000	CHNL# 174: 60*(1+[FRQ-SANT-23])	←-----→	58.000
61.000	CHNL# 166: 60*(1+[FRQ-SOYA-46])	□-----□	58.000

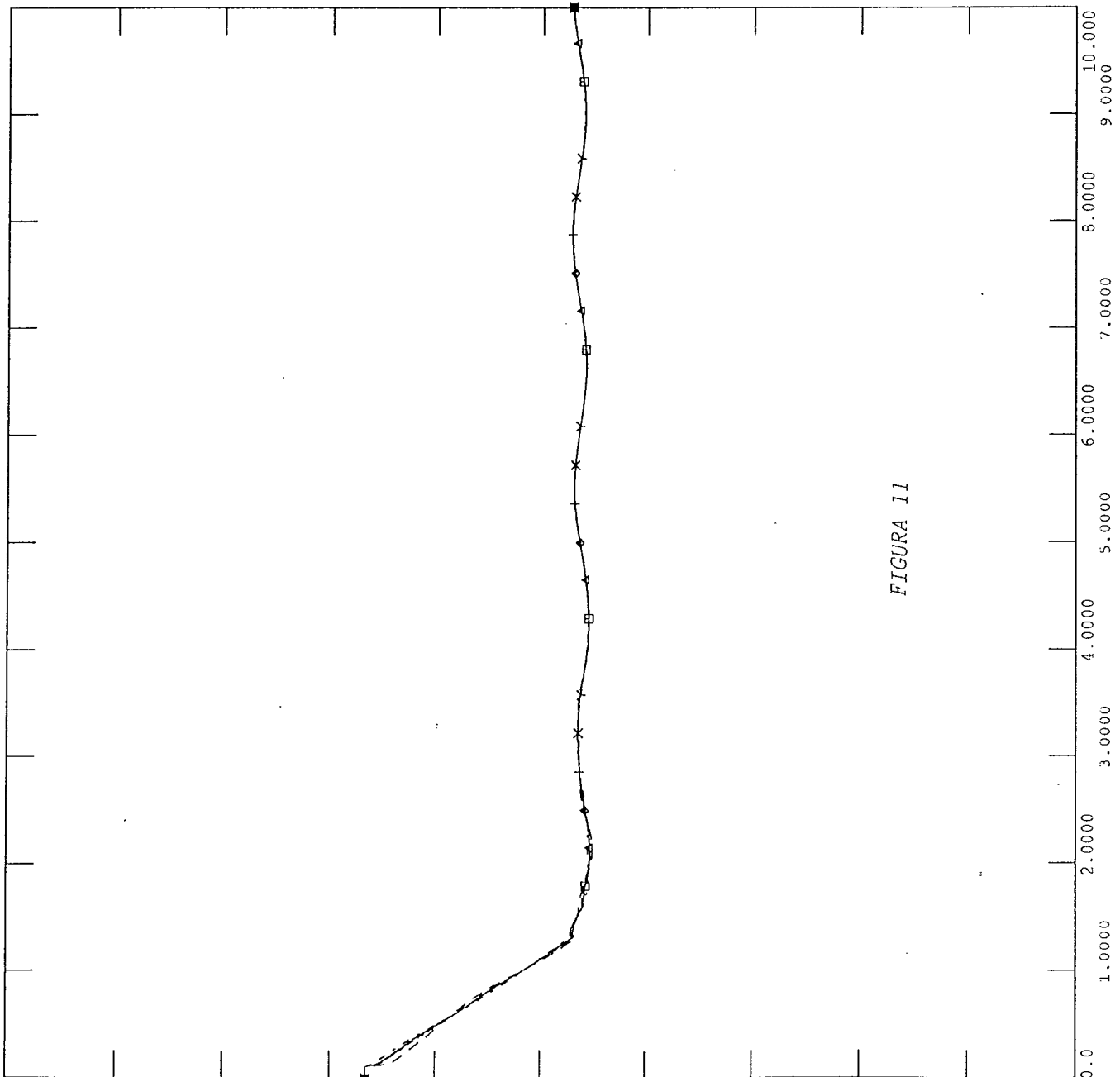
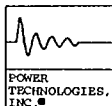


FIGURA 11

WED, DEC 09 1992 13:03
 EDBF VERANO CONTIN LEVE



*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: ver3

1.2000	CHNL# 219: [VOLT NCUS-23]	~ - - - - - ~	0.70000
1.2000	CHNL# 215: [VOLT SANT-23]	x - - - - - x	0.70000
1.2000	CHNL# 217: [VOLT NEJA-23]	+ - - - - +	0.70000
1.2000	CHNL# 213: [VOLT SOYA-23]	◇ - - - - ◇	0.70000
1.2000	CHNL# 203: [VOLT SMIG-46]	← - - - - →	0.70000
1.2000	CHNL# 201: [VOLT SRAF-46]	□ - - - - □	0.70000

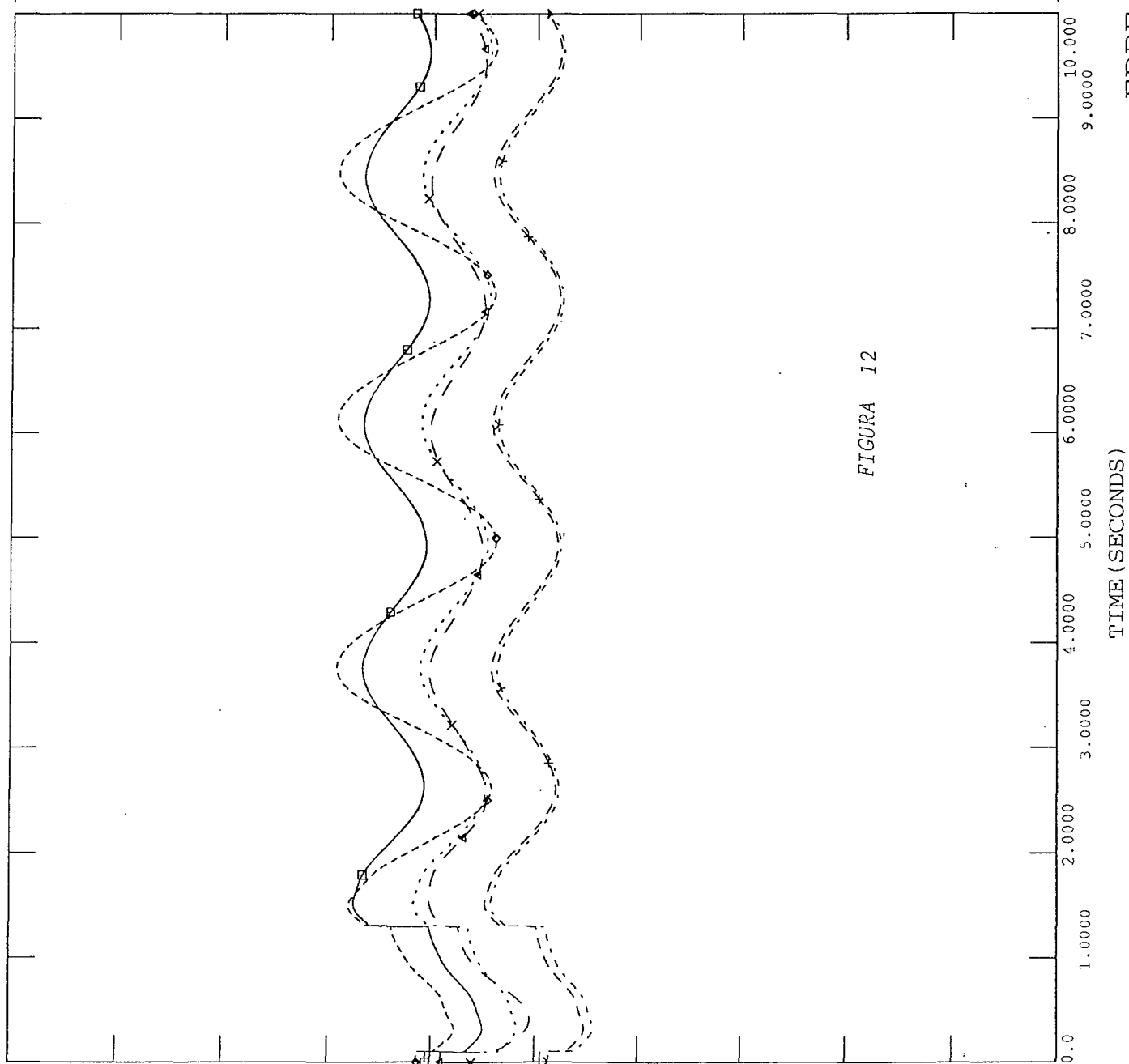
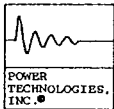


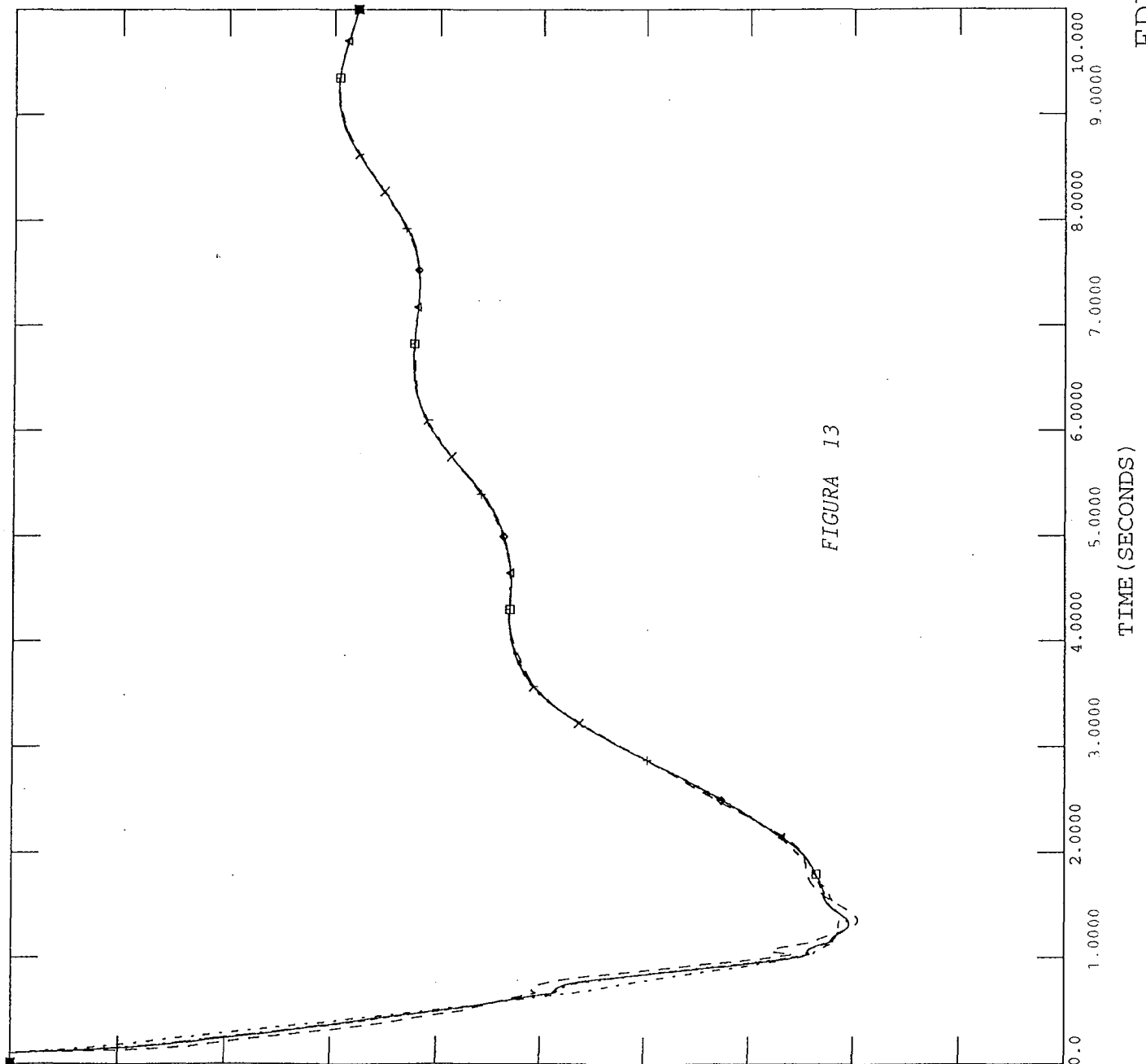
FIGURA 12

WED, DEC 09 1992 13:02
 EDBF VERANO CONTIN LEVE

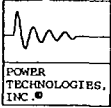


*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: inv1		
60.000	CHNL# 165: $60 * (1 + [\text{FRQ-AHUA-46}])$	58.000
60.000	CHNL# 176: $60 * (1 + [\text{FRQ-NCUS-23}])$	58.000
60.000	CHNL# 168: $60 * (1 + [\text{FRQ-SMIG-46}])$	58.000
60.000	CHNL# 167: $60 * (1 + [\text{FRQ-SRAF-46}])$	58.000
60.000	CHNL# 174: $60 * (1 + [\text{FRQ-SANT-23}])$	58.000
60.000	CHNL# 166: $60 * (1 + [\text{FRQ-SOYA-46}])$	58.000



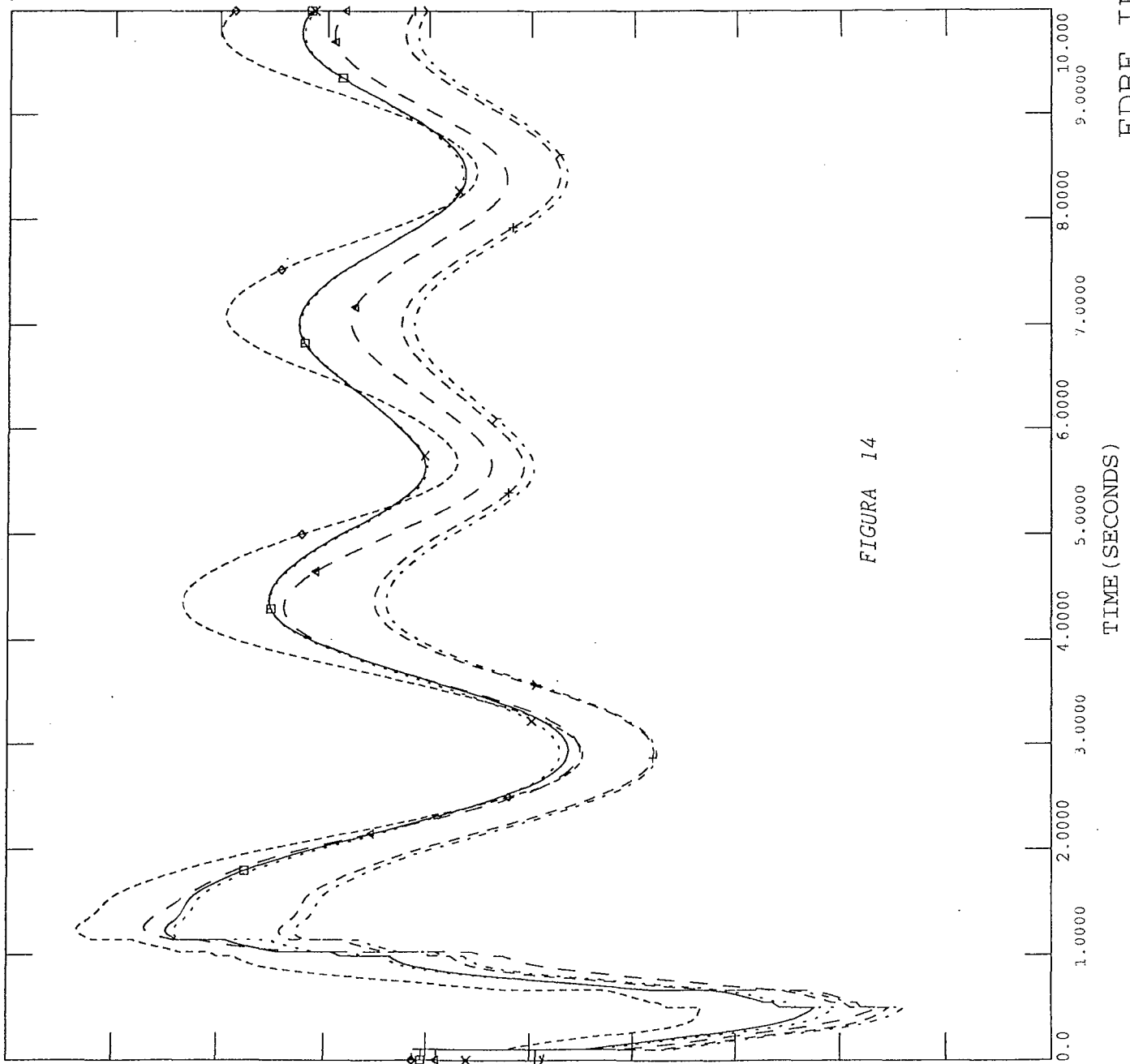
WED, DEC 09 1992 10:01
 EDBF INV. CONT SEVERA



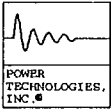
*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: inv1

1.2000	CHNL# 219: [VOLT NCUS-23]	→ - - - - - →	0.70000
1.2000	CHNL# 215: [VOLT SANT-23]	x - - - - - x	0.70000
1.2000	CHNL# 217: [VOLT NEJA-23]	+ - - - - +	0.70000
1.2000	CHNL# 213: [VOLT SOYA-23]	◇ - - - - ◇	0.70000
1.2000	CHNL# 203: [VOLT SMIG-46]	← - - - - →	0.70000
1.2000	CHNL# 201: [VOLT SRAF-46]	□ - - - - □	0.70000



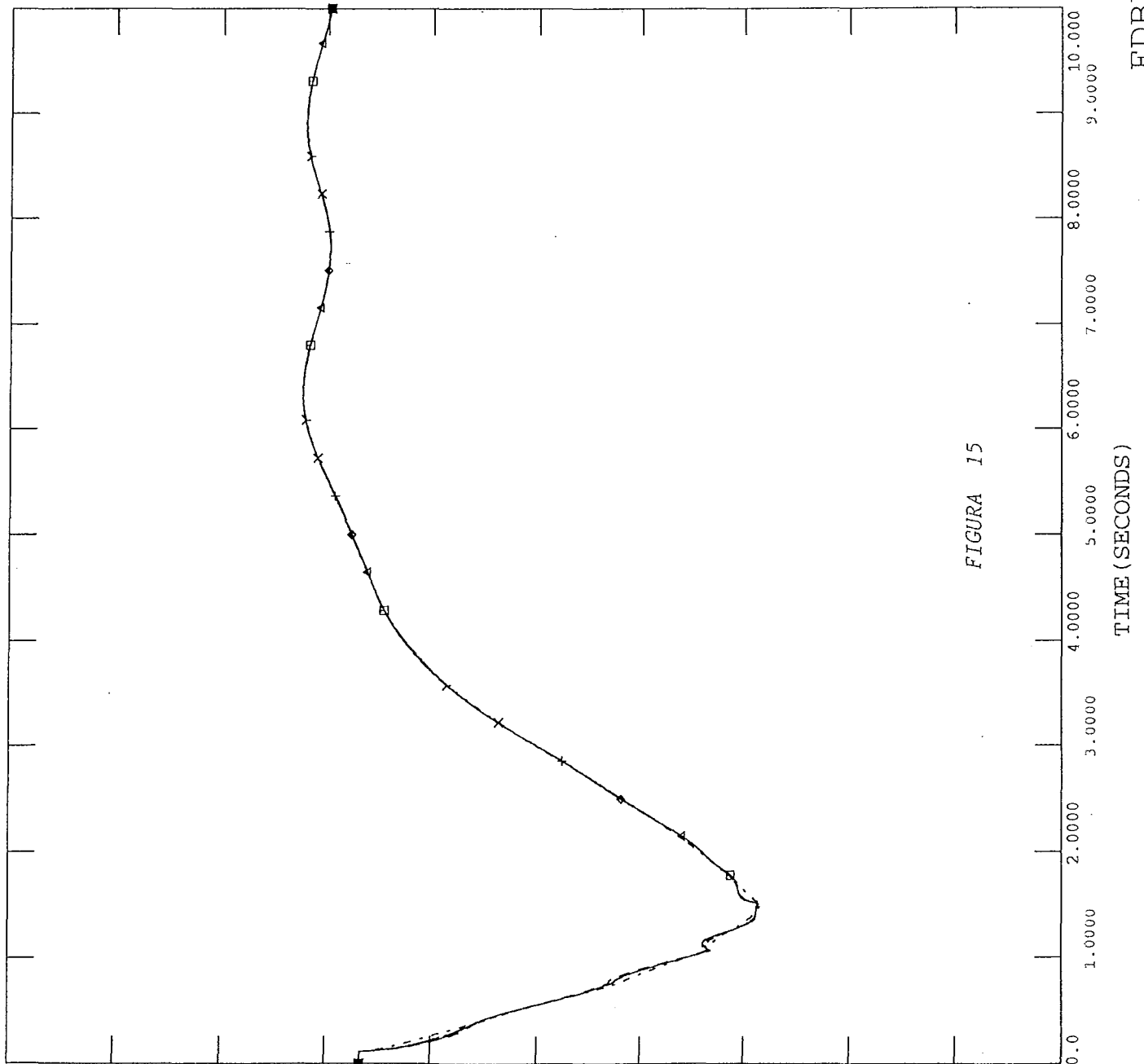
WED, DEC 09 1992 10:07
 EDBF INVIERNO CONT SEVERA



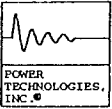
*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: inv2

61.000	CHNL# 165: $60 * (1 + [\text{FRQ-AHUA-46}])$	----->	58.000
61.000	CHNL# 176: $60 * (1 + [\text{FRQ-NCUS-23}])$	x-----x	58.000
61.000	CHNL# 168: $60 * (1 + [\text{FRQ-SMIG-46}])$	+-----+	58.000
61.000	CHNL# 167: $60 * (1 + [\text{FRQ-SRAF-46}])$	-----◇	58.000
61.000	CHNL# 174: $60 * (1 + [\text{FRQ-SANT-23}])$	←-----→	58.000
61.000	CHNL# 166: $60 * (1 + [\text{FRQ-SOYA-46}])$	-----□	58.000

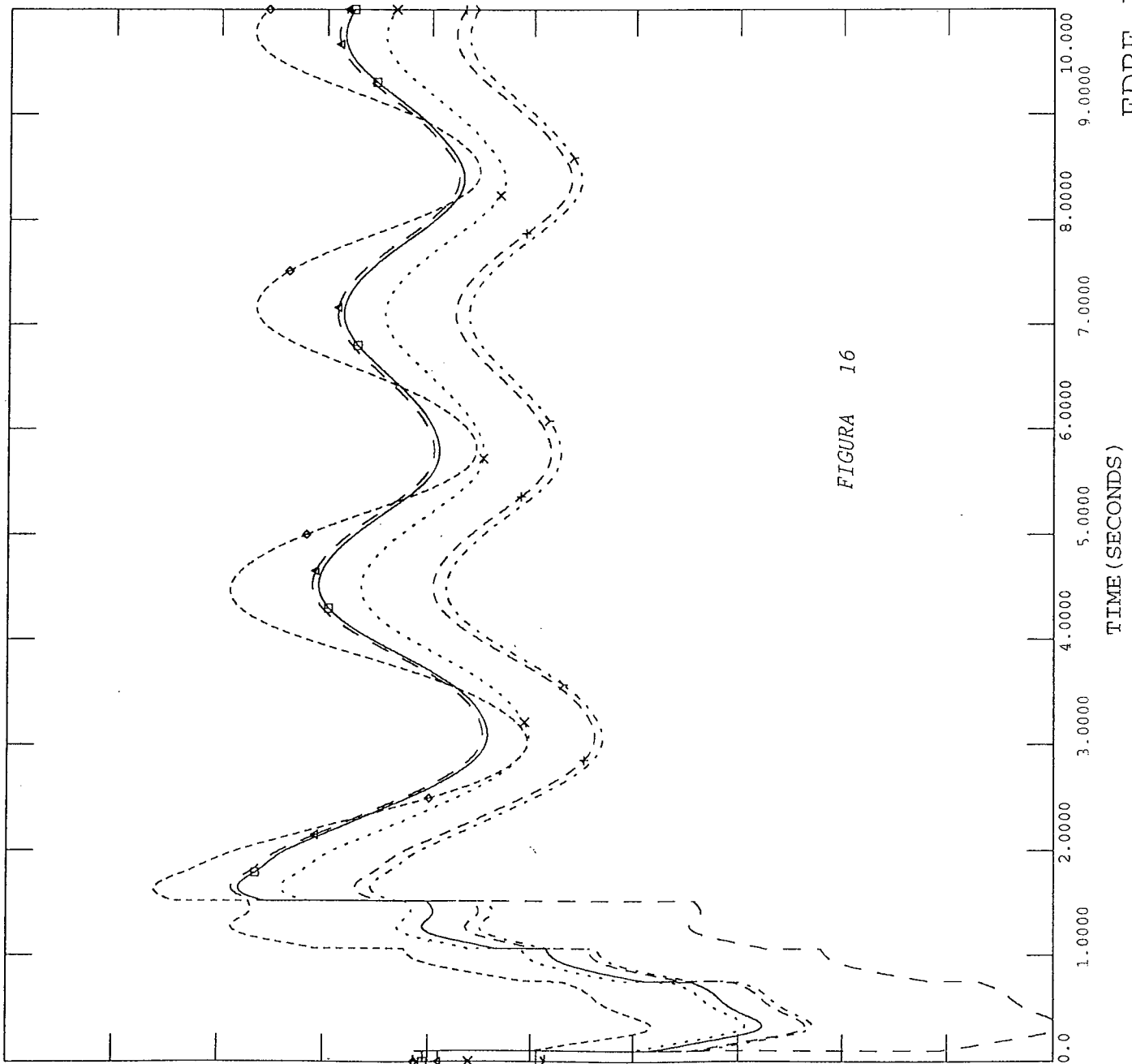


WED, DEC 09 1992 10:17
 EDBF INV. CONT MEDIANA

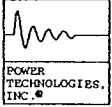


*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: inv2			
1.2000	CHNL# 219: [VOLT NCUS-23]	→ - - - - - →	0.70000
1.2000	CHNL# 215: [VOLT SANT-23]	x - - - - - x	0.70000
1.2000	CHNL# 217: [VOLT NEJA-23]	+ - - - - - +	0.70000
1.2000	CHNL# 213: [VOLT SOYA-23]	◇ - - - - - ◇	0.70000
1.2000	CHNL# 203: [VOLT SMIG-46]	← - - - - - →	0.70000
1.2000	CHNL# 201: [VOLT SRAF-46]	□ - - - - - □	0.70000



WED, DEC 09 1992 10:17
 EDBF INVIER CONT MEDIANA



*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: inv3

1.1500	CHNL# 219: [VOLT NCUS-23]	→ - - - - - →	0.85000
1.1500	CHNL# 215: [VOLT SANT-23]	x - - - - - x	0.85000
1.1500	CHNL# 217: [VOLT NEJA-23]	+ - - - - - +	0.85000
1.1500	CHNL# 213: [VOLT SOYA-23]	◇ - - - - - ◇	0.85000
1.1500	CHNL# 203: [VOLT SMIG-46]	← - - - - - →	0.85000
1.1500	CHNL# 201: [VOLT SRAF-46]	□ - - - - - □	0.85000

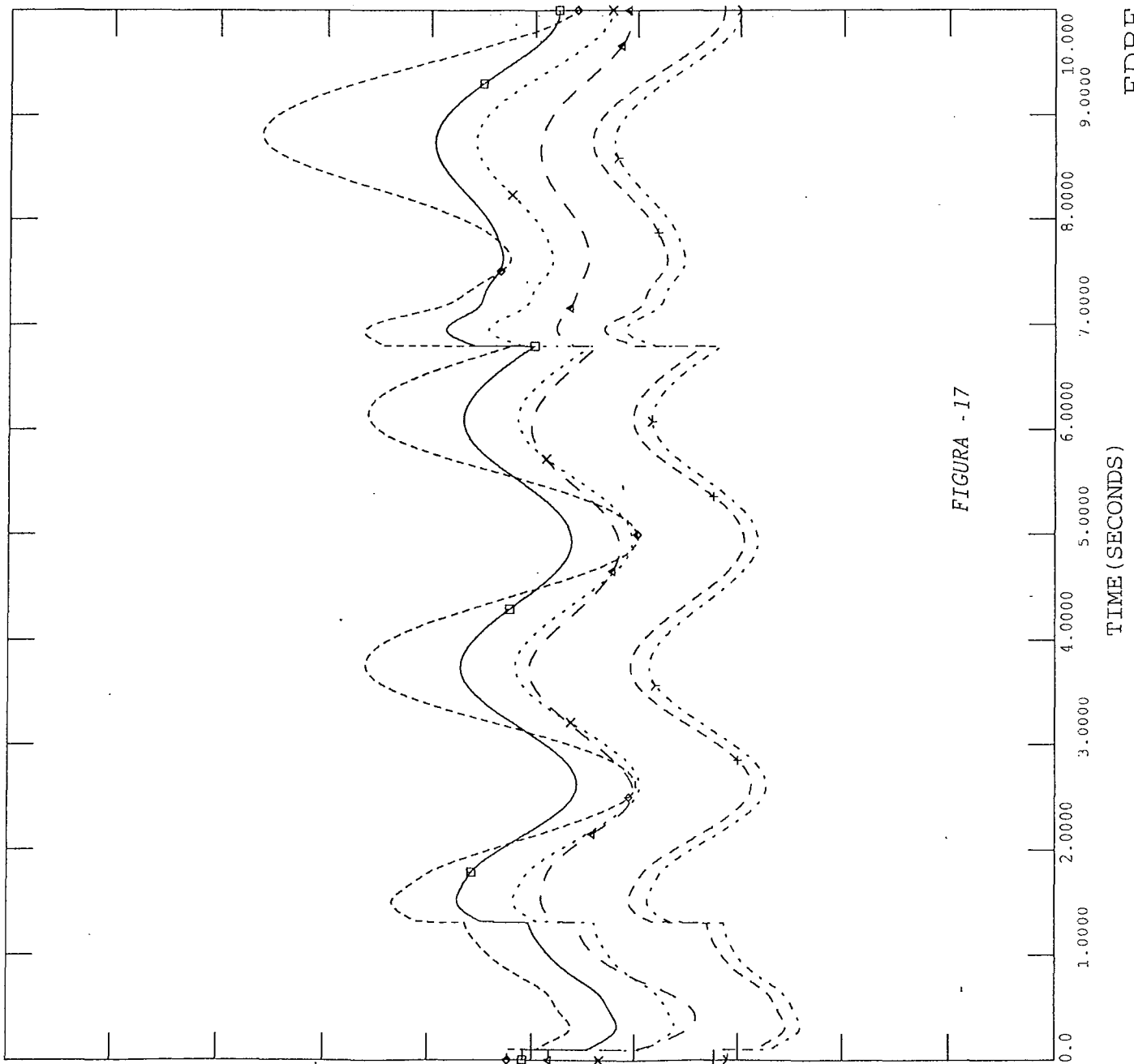
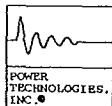


FIGURA - 17

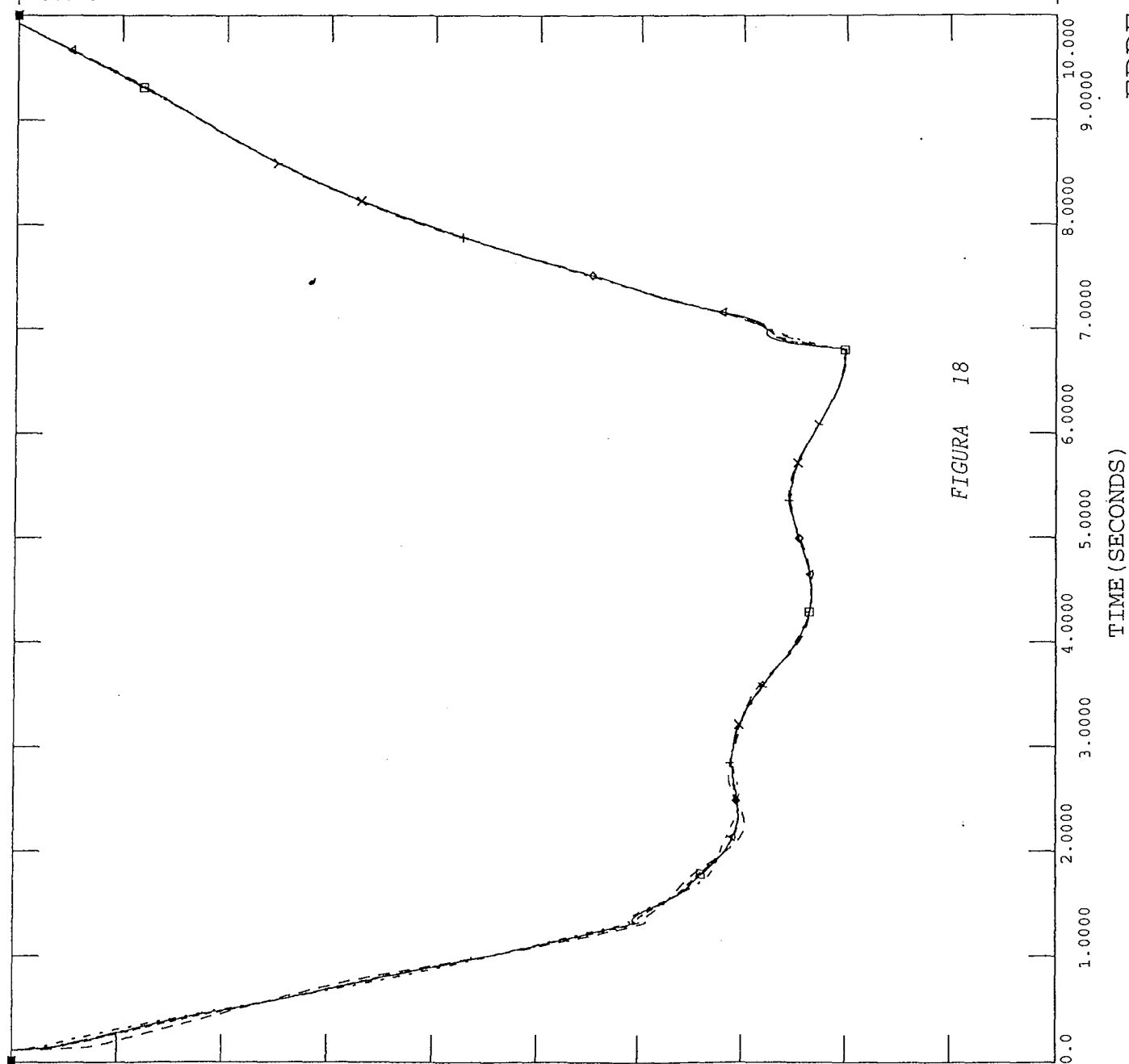
WED, DEC 09 1992 10:49
 EDBF INVIERNO CONT LEVE



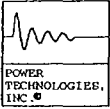
*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: inv3

60.000	CHNL# 165: $60 * (1 + [\text{FRQ-AHUA-46}])$	~ - - - - - ~	59.000
60.000	CHNL# 176: $60 * (1 + [\text{FRQ-NCUS-23}])$	x - - - - - x	59.000
60.000	CHNL# 168: $60 * (1 + [\text{FRQ-SMIG-46}])$	+ - - - - +	59.000
60.000	CHNL# 167: $60 * (1 + [\text{FRQ-SRAF-46}])$	o - - - - o	59.000
60.000	CHNL# 174: $60 * (1 + [\text{FRQ-SANT-23}])$	← - - - - →	59.000
60.000	CHNL# 166: $60 * (1 + [\text{FRQ-SOYA-46}])$	□ - - - - □	59.000



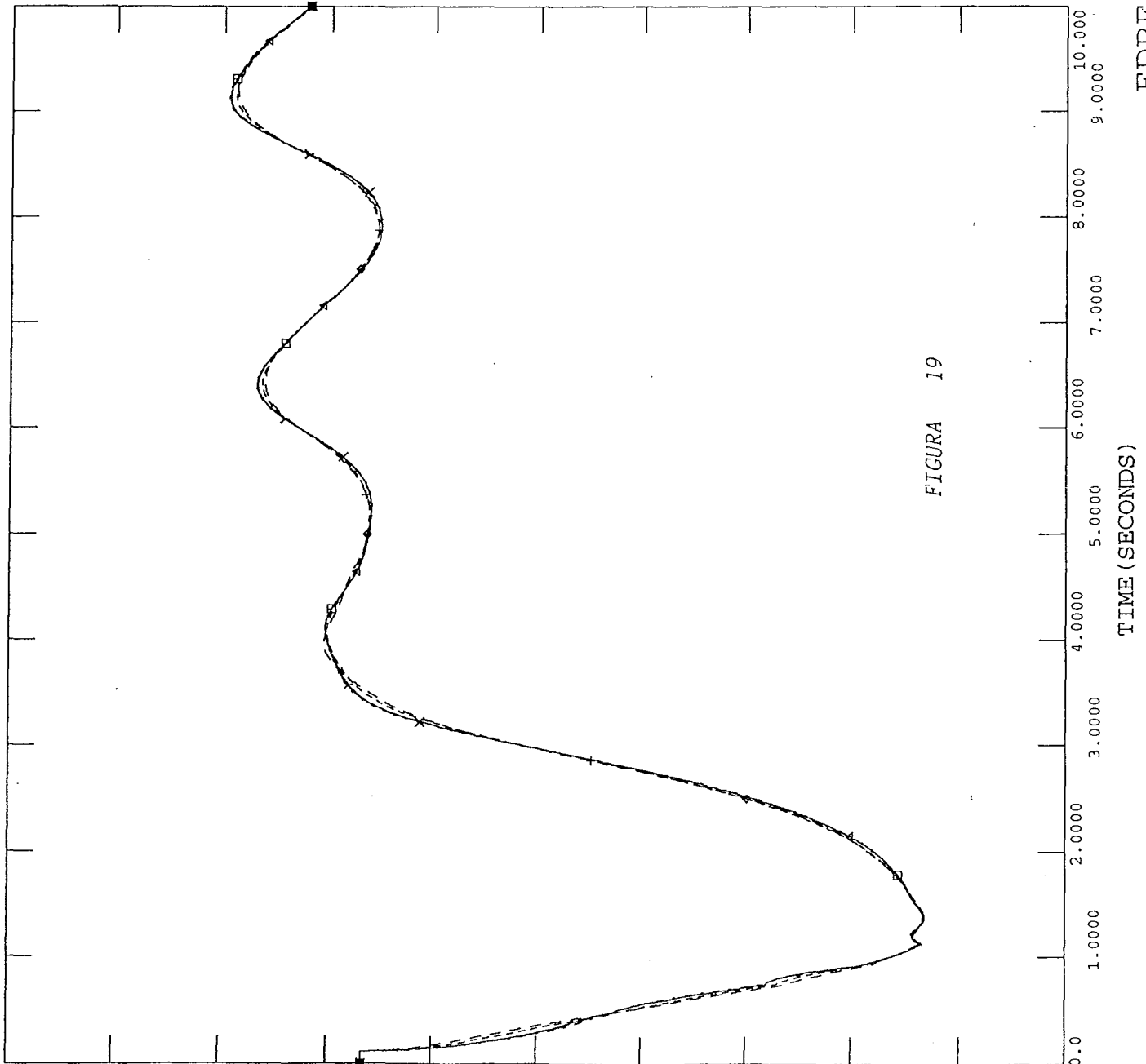
WED, DEC 09 1992 10:46
 EDBF INVIERNO CONT LEVE



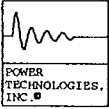
** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MEDIA DE 1993 MEDCEL93.DAT
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: ver4

61.000	CHNL# 165: $60 * (1 + [\text{FRQ-AHUA-46}])$	>----->	58.000
61.000	CHNL# 176: $60 * (1 + [\text{FRQ-NCUS-23}])$	x-----x	58.000
61.000	CHNL# 168: $60 * (1 + [\text{FRQ-SMIG-46}])$	+-----+	58.000
61.000	CHNL# 167: $60 * (1 + [\text{FRQ-SRAF-46}])$	◆-----◆	58.000
61.000	CHNL# 174: $60 * (1 + [\text{FRQ-SANT-23}])$	←-----→	58.000
61.000	CHNL# 166: $60 * (1 + [\text{FRQ-SOYA-46}])$	□-----□	58.000



WED, DEC 09 1992 12:38
 EDBF VERANO CONT SEVERA



** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MEDIA DE 1993 MEDCEL93.DAT
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: ver4

1.2500	CHNL# 219: [VOLT NCUS-23]	→ - - - - - →	0.50000
1.2500	CHNL# 215: [VOLT SANT-23]	x - - - - - x	0.50000
1.2500	CHNL# 217: [VOLT NEJA-23]	+ - - - - - +	0.50000
1.2500	CHNL# 213: [VOLT SOYA-23]	◇ - - - - - ◇	0.50000
1.2500	CHNL# 203: [VOLT SMIG-46]	← - - - - - →	0.50000
1.2500	CHNL# 201: [VOLT SRAF-46]	□ - - - - - □	0.50000

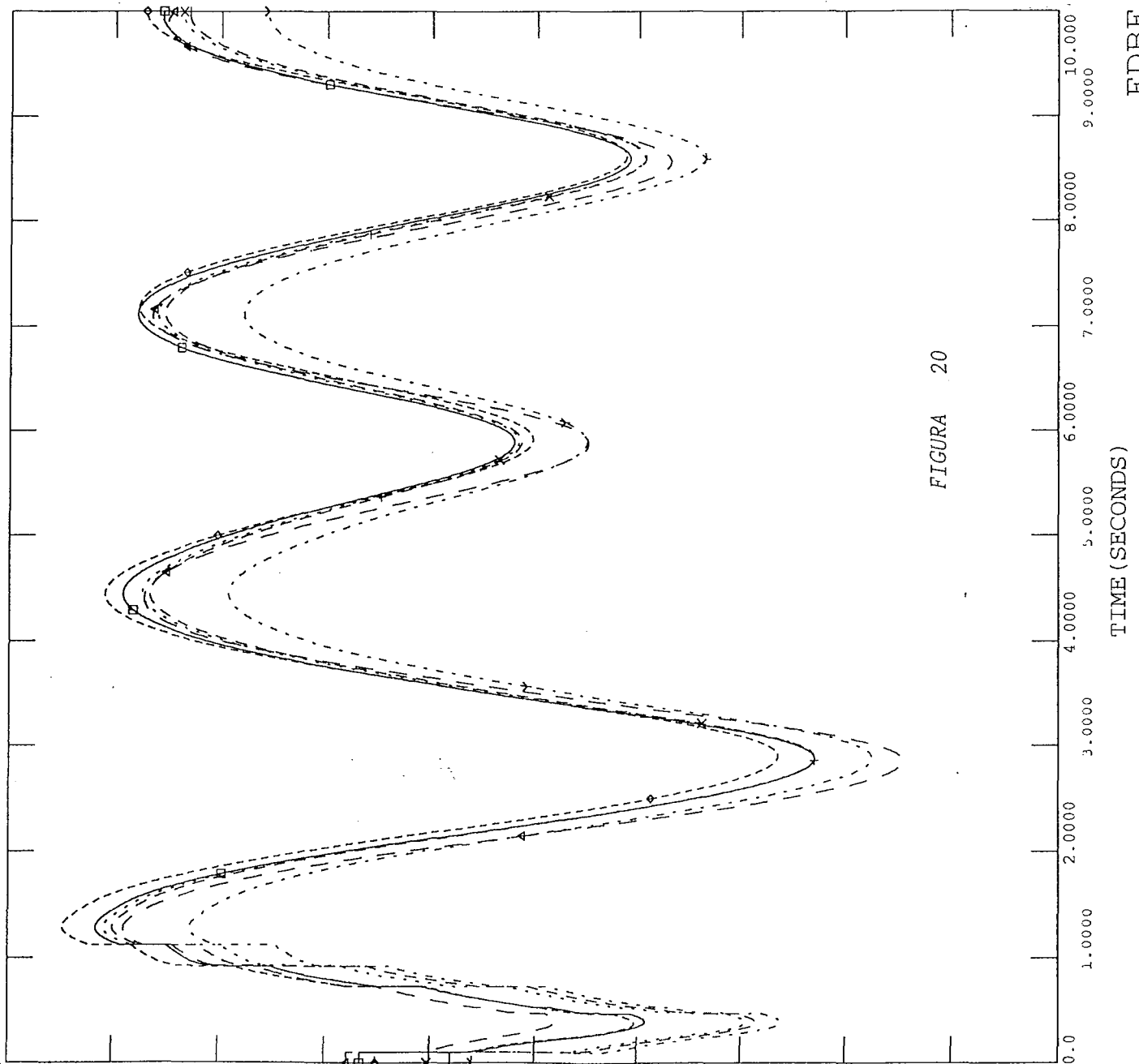
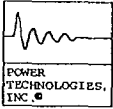


FIGURA 20

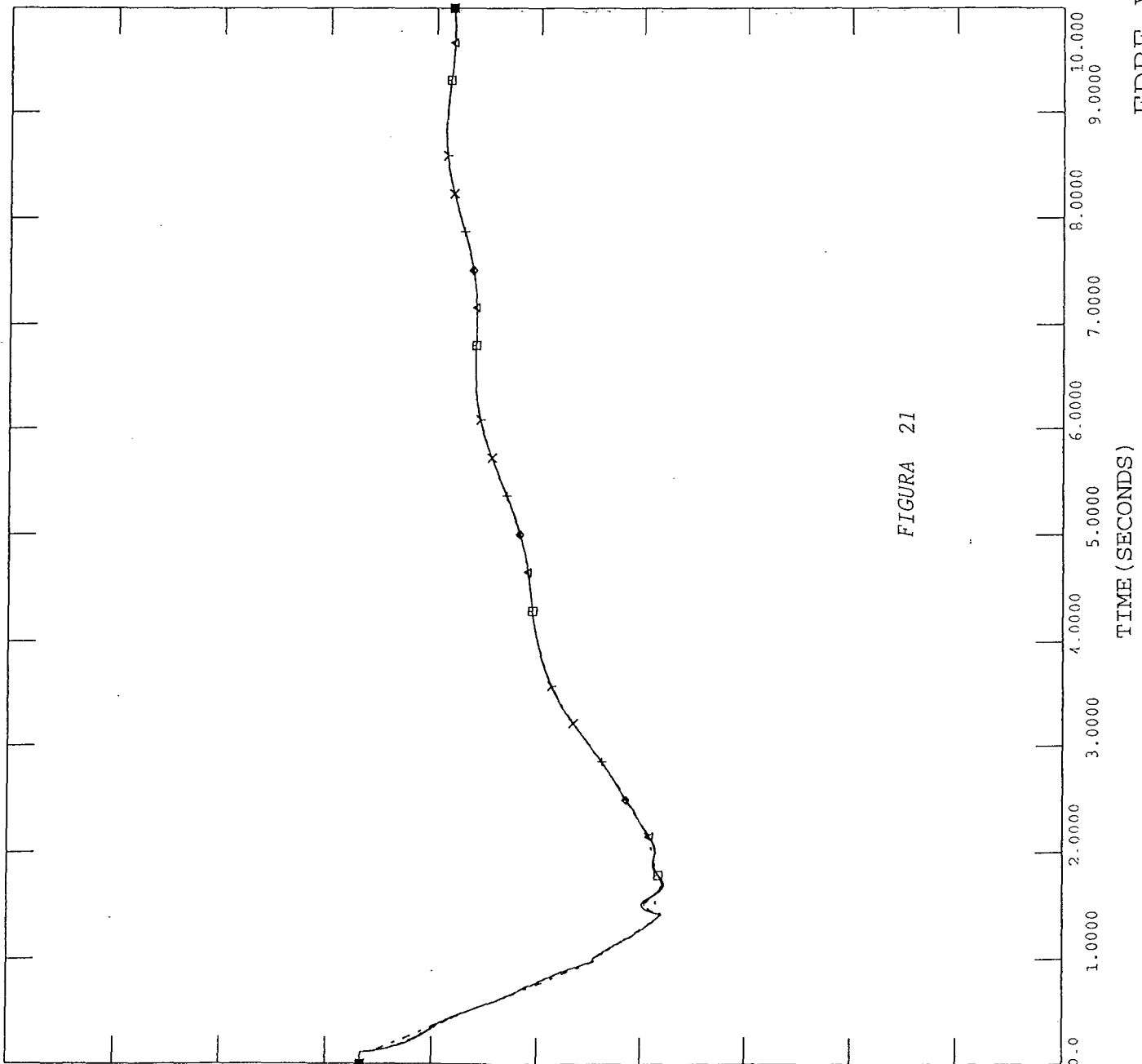
WED, DEC 09 1992 12:38
 EDBF VERANO CONT SEVERA



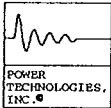
** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MEDIA DE 1993 MEDCEL93.DAT
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: ver5

61.000	CHNL# 165: 60*(1+[FRQ-AHUA-46])	→ - - - - - →	58.000
61.000	CHNL# 176: 60*(1+[FRQ-NCUS-23])	x - - - - - x	58.000
61.000	CHNL# 168: 60*(1+[FRQ-SMIG-46])	+ - - - - +	58.000
61.000	CHNL# 167: 60*(1+[FRQ-SRAF-46])	◇ - - - - ◇	58.000
61.000	CHNL# 174: 60*(1+[FRQ-SANT-23])	← - - - - →	58.000
61.000	CHNL# 166: 60*(1+[FRQ-SOYA-46])	□ - - - - □	58.000



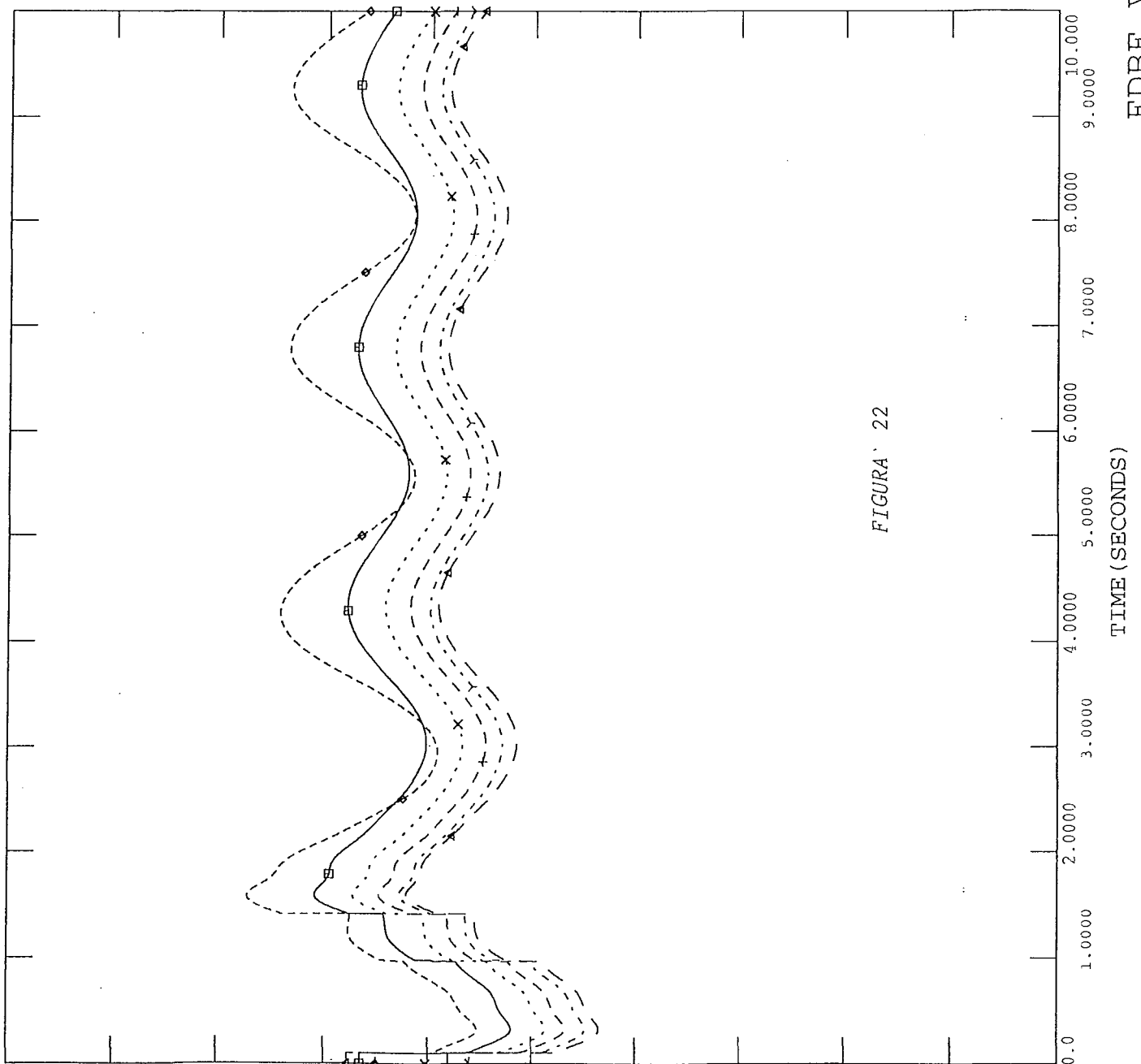
WED, DEC 09 1992 12:41
 EDBF VERANO CONT MEDIANA



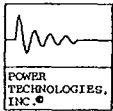
** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MEDIA DE 1993 MEDCEL93.DAT
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: ver5

1.2500	CHNL# 219: [VOLT NCUS-23]	>----->	0.50000
1.2500	CHNL# 215: [VOLT SANT-23]	x-----x	0.50000
1.2500	CHNL# 217: [VOLT NEJA-23]	+-----+	0.50000
1.2500	CHNL# 213: [VOLT SOYA-23]	◆-----◆	0.50000
1.2500	CHNL# 203: [VOLT SMIG-46]	←-----→	0.50000
1.2500	CHNL# 201: [VOLT SRAF-46]	□-----□	0.50000



WED, DEC 09 1992 12:42
 EDBF VERANO CONT MEDIANA



** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MEDIA DE 1993 MEDCEL93.DAT
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: ver6

61.000	CHNL# 165: 60*(1+[FRQ-AHUA-46])	>----->	58.000
61.000	CHNL# 176: 60*(1+[FRQ-NCUS-23])	x-----x	58.000
61.000	CHNL# 168: 60*(1+[FRQ-SMIG-46])	+-----+	58.000
61.000	CHNL# 167: 60*(1+[FRQ-SRAF-46])	o-----o	58.000
61.000	CHNL# 174: 60*(1+[FRQ-SANT-23])	4-----4	58.000
61.000	CHNL# 166: 60*(1+[FRQ-SOYA-46])	□-----□	58.000

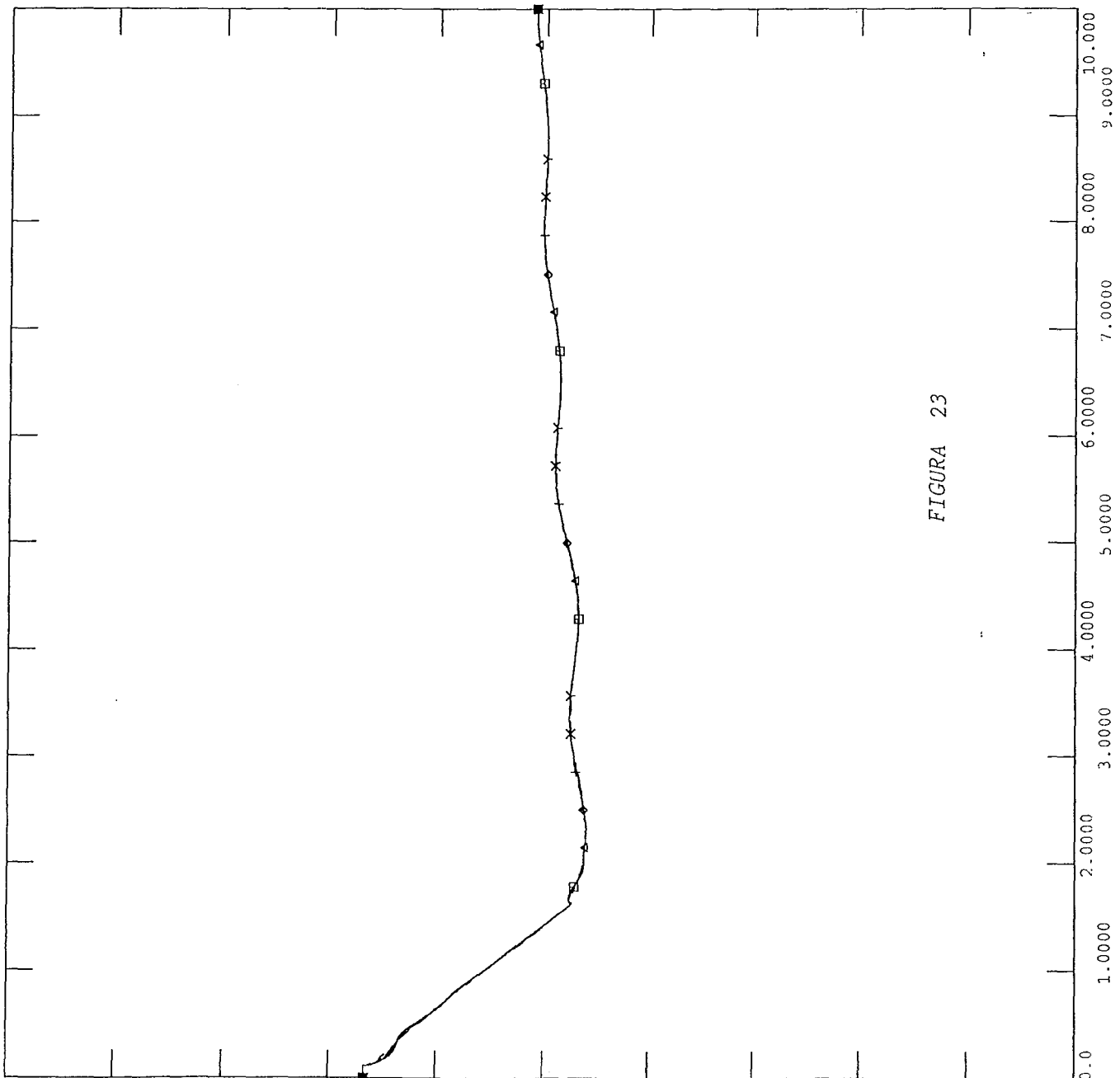
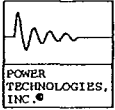
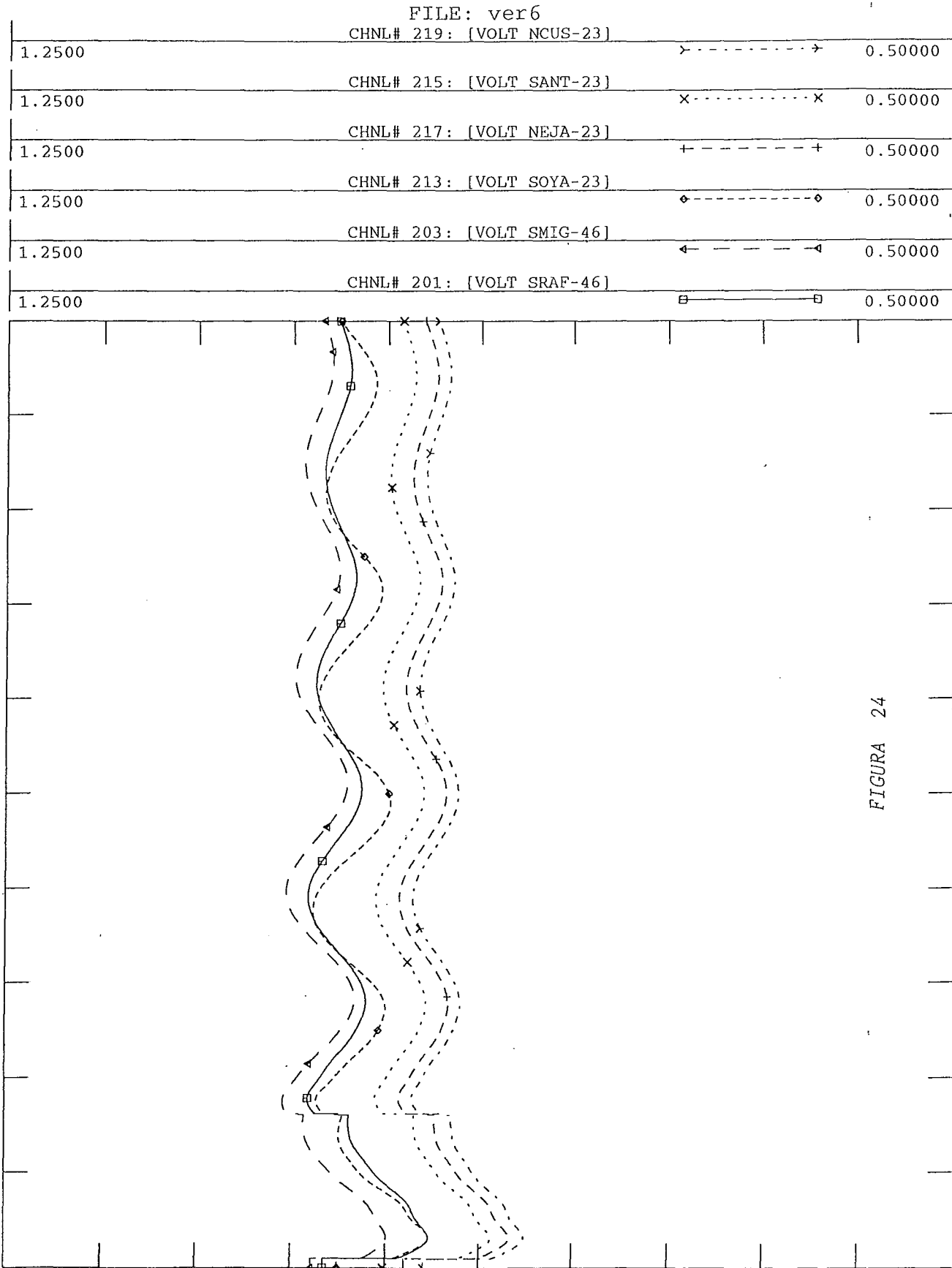


FIGURA 23

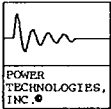
WED, DEC 09 1992 12:45
 EDBF VERANO CONTIN LEVE



** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MEDIA DE 1993 MEDCEL93.DAT
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA



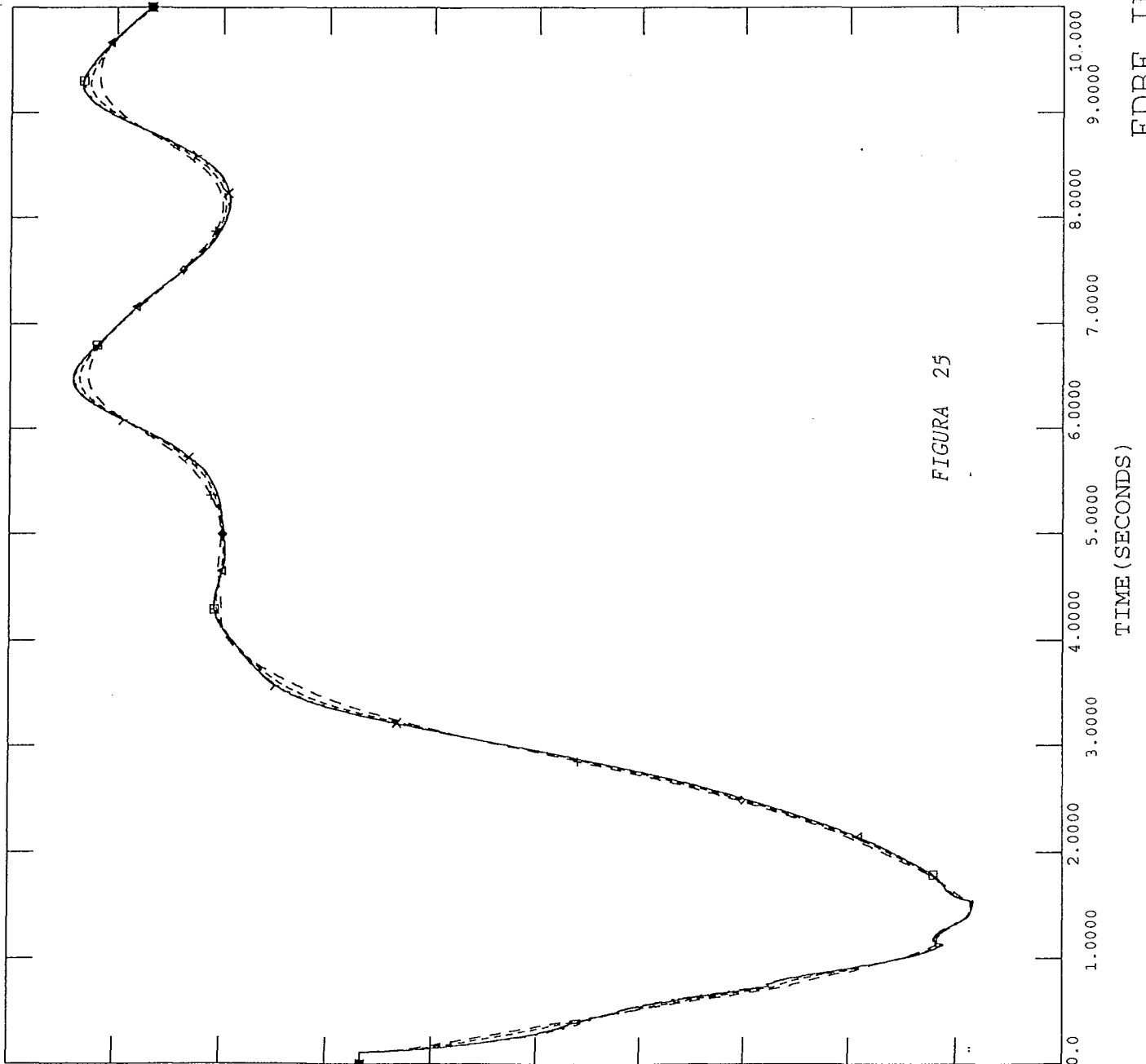
WED, DEC 09 1992 12:44
 EDBF VERANO CONTIN LEVE



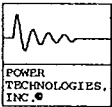
** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MEDIA DE 1993 MEDCEL93.DAT
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: inv4

61.000	CHNL# 165: $60 * (1 + [\text{FRQ-AHUA-46}])$	>----->	58.000
61.000	CHNL# 176: $60 * (1 + [\text{FRQ-NCUS-23}])$	x-----x	58.000
61.000	CHNL# 168: $60 * (1 + [\text{FRQ-SMIG-46}])$	+-----+	58.000
61.000	CHNL# 167: $60 * (1 + [\text{FRQ-SRAF-46}])$	◇-----◇	58.000
61.000	CHNL# 174: $60 * (1 + [\text{FRQ-SANT-23}])$	←-----→	58.000
61.000	CHNL# 166: $60 * (1 + [\text{FRQ-SOYA-46}])$	□-----□	58.000

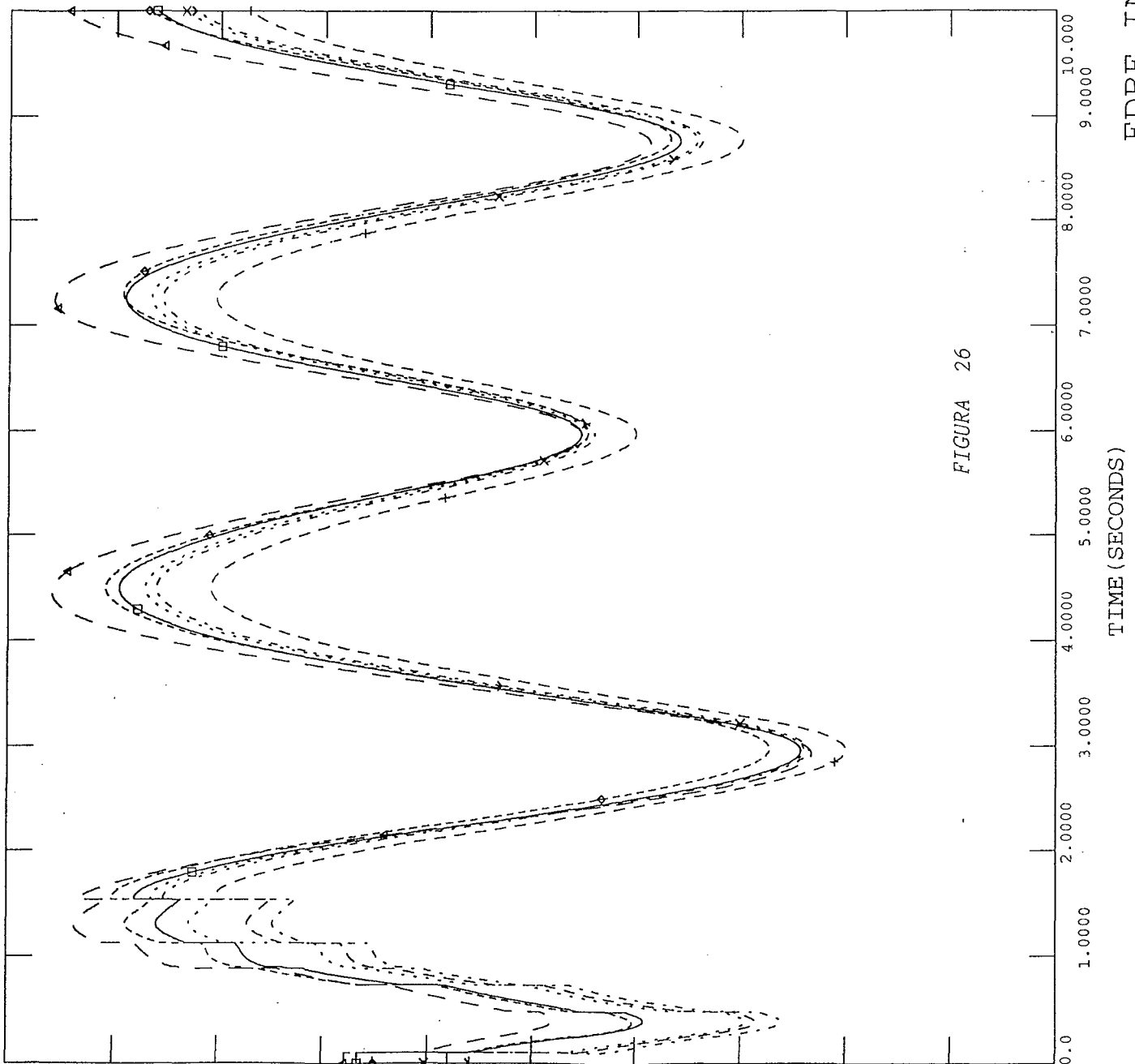


WED, DEC 09 1992 11:13
 EDBF INVIERNO CONT SEVERA

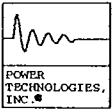


** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MEDIA DE 1993 MEDCEL93.DAT
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: inv4			
1.2500	CHNL# 219: [VOLT NCUS-23]	~ - - - - ~	0.50000
1.2500	CHNL# 215: [VOLT SANT-23]	x - - - - x	0.50000
1.2500	CHNL# 217: [VOLT NEJA-23]	+ - - - - +	0.50000
1.2500	CHNL# 213: [VOLT SOYA-23]	◇ - - - - ◇	0.50000
1.2500	CHNL# 203: [VOLT SMIG-46]	← - - - - →	0.50000
1.2500	CHNL# 201: [VOLT SRAF-46]	□ - - - - □	0.50000

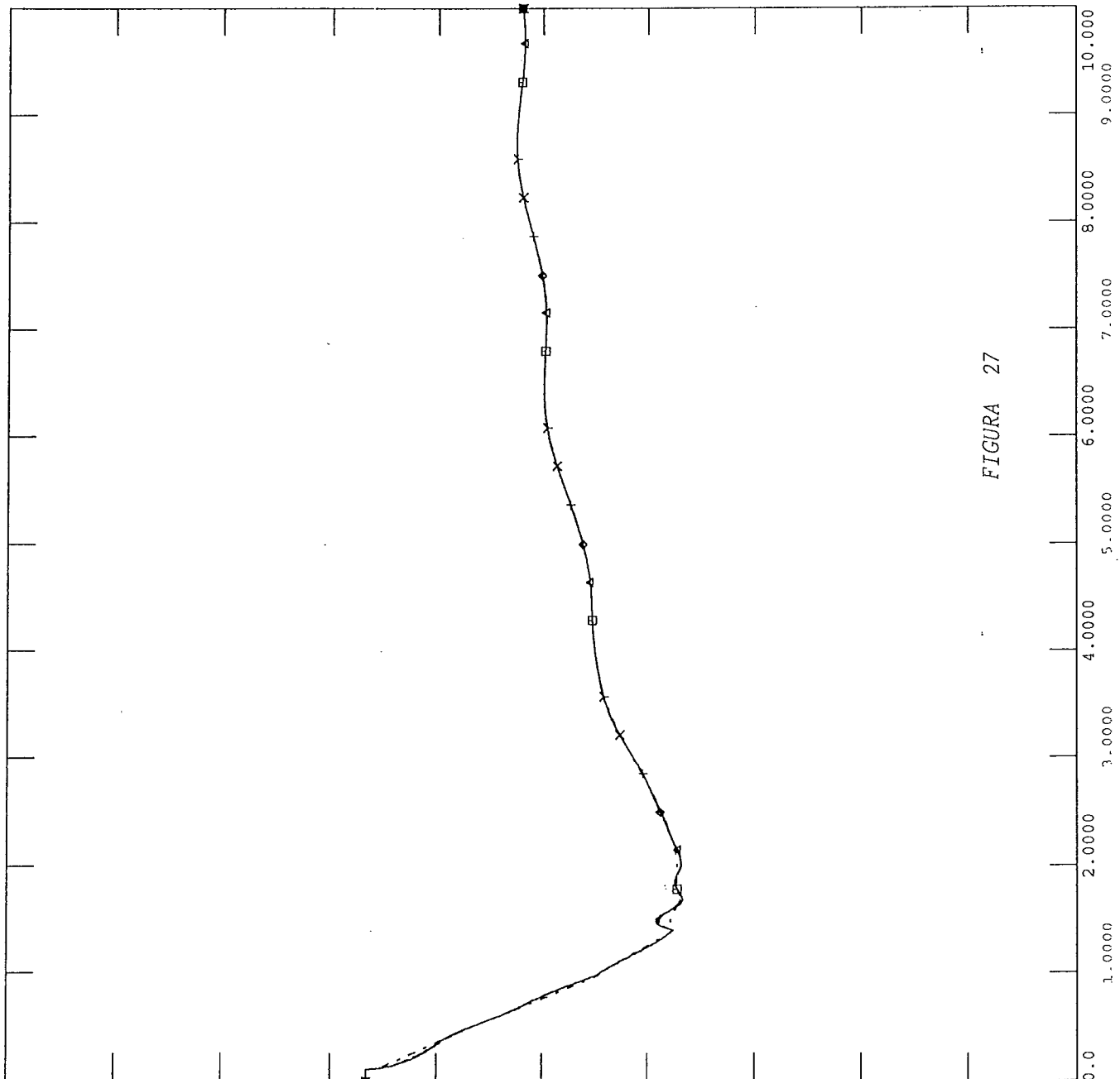


WED, DEC 09 1992 11:17
 EDBF INVIERNO CONT SEVERA

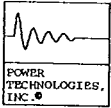


** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MEDIA DE 1993 MEDCEL93.DAT
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: inv5			
61.000	CHNL# 165: 60*(1+[FRQ-AHUA-46])	~ - - - - - ~	58.000
61.000	CHNL# 176: 60*(1+[FRQ-NCUS-23])	x - - - - - x	58.000
61.000	CHNL# 168: 60*(1+[FRQ-SMIG-46])	+ - - - - +	58.000
61.000	CHNL# 167: 60*(1+[FRQ-SRAF-46])	◇ - - - - ◇	58.000
61.000	CHNL# 174: 60*(1+[FRQ-SANT-23])	◀ - - - ▶	58.000
61.000	CHNL# 166: 60*(1+[FRQ-SOYA-46])	▣ - - - ▣	58.000



WED, DEC 09 1992 11:21
 EDBF INVIER CONT MEDIANA



** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MEDIA DE 1993 MEDCEL93.DAT
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: inv5

1.2500	CHNL# 219: [VOLT NCUS-23]	→-----→	0.50000
1.2500	CHNL# 215: [VOLT SANT-23]	x-----x	0.50000
1.2500	CHNL# 217: [VOLT NEJA-23]	+-----+	0.50000
1.2500	CHNL# 213: [VOLT SOYA-23]	◆-----◆	0.50000
1.2500	CHNL# 203: [VOLT SMIG-46]	←-----←	0.50000
1.2500	CHNL# 201: [VOLT SRAF-46]	□-----□	0.50000

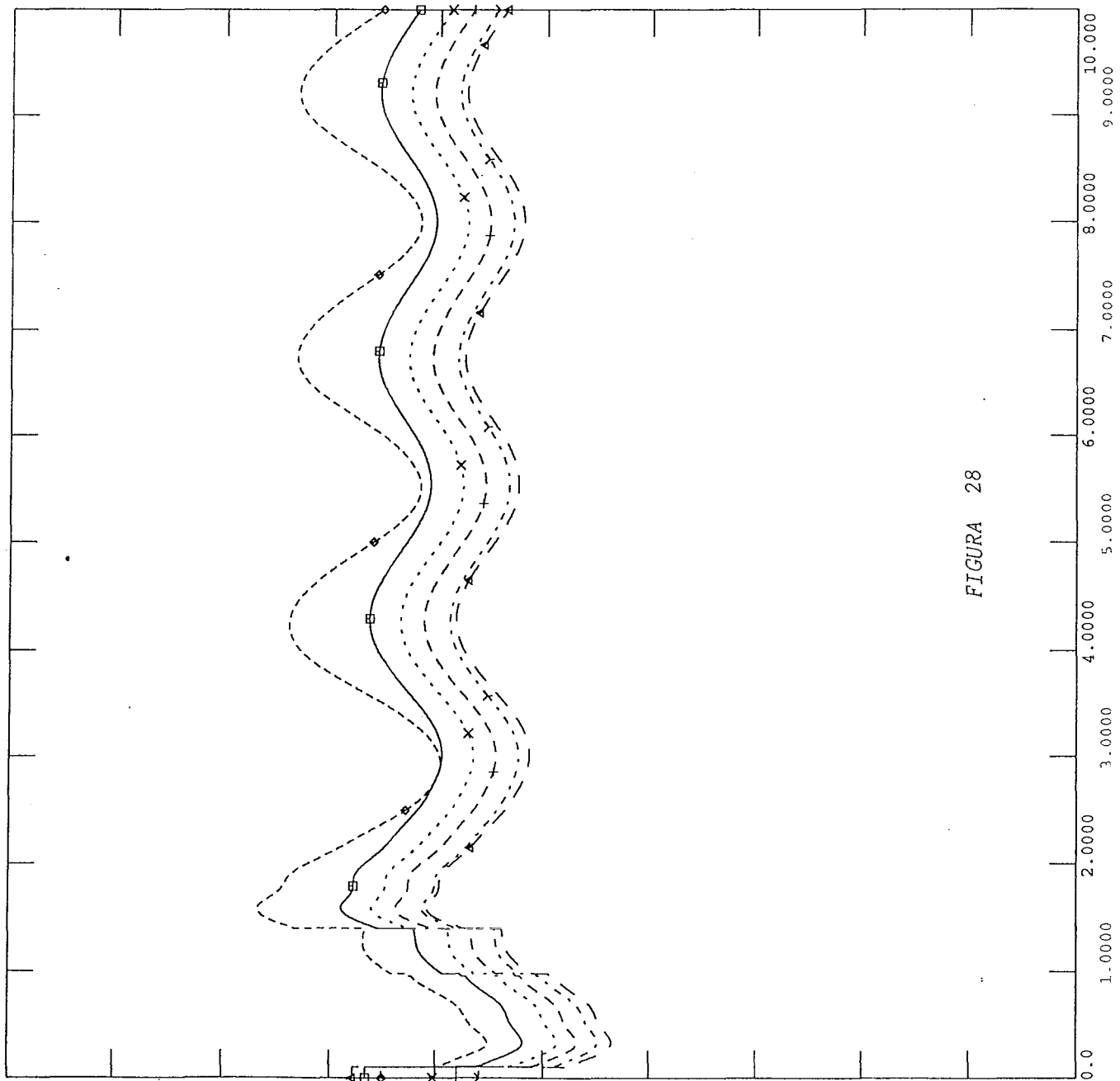
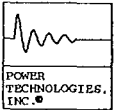


FIGURA 28

TIME (SECONDS)

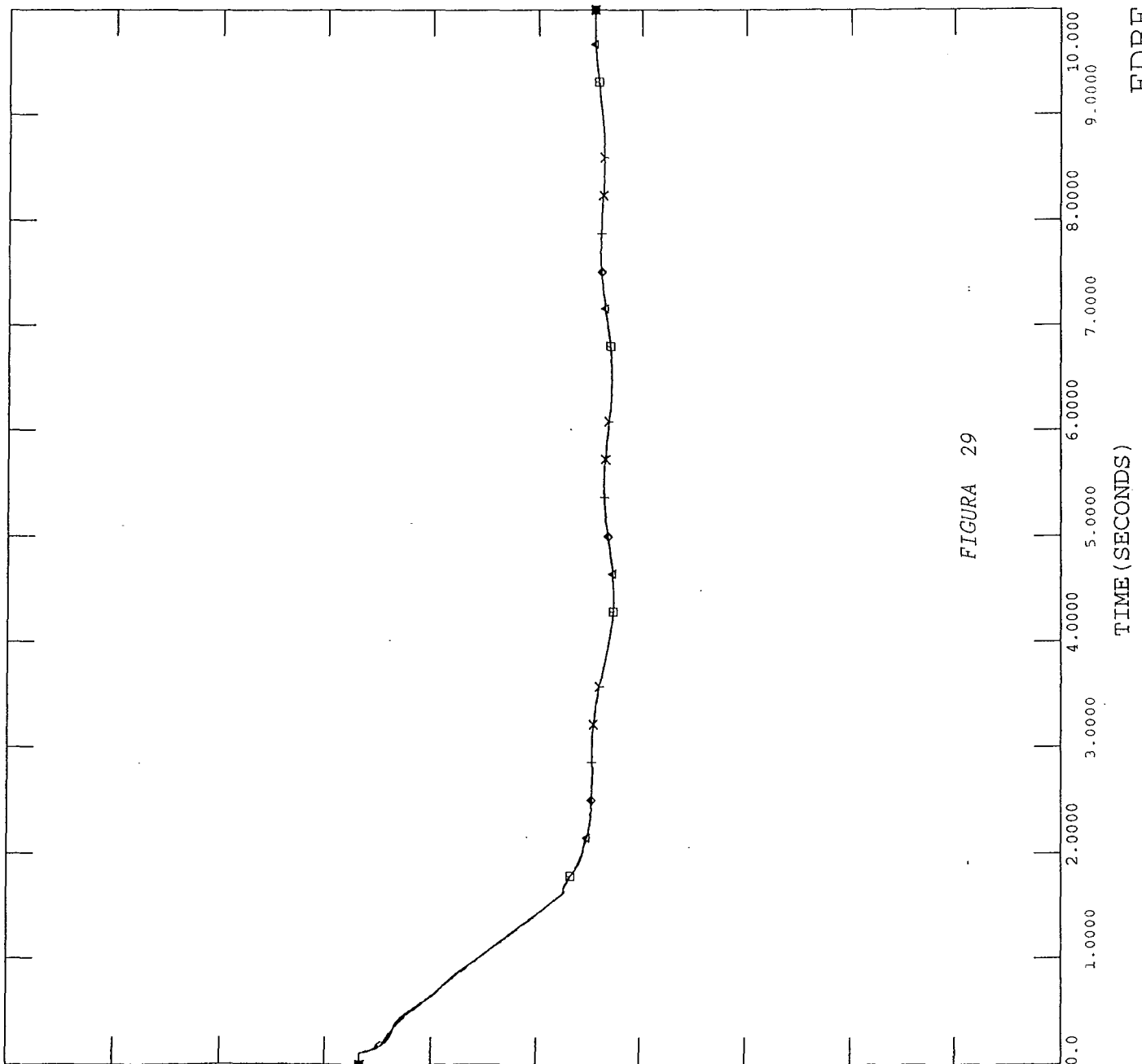
WED, DEC 09 1992 11:22
 EDBF INVIER CONT MEDIANA

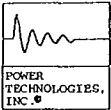


** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MEDIA DE 1993 MEDCEL93.DAT
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

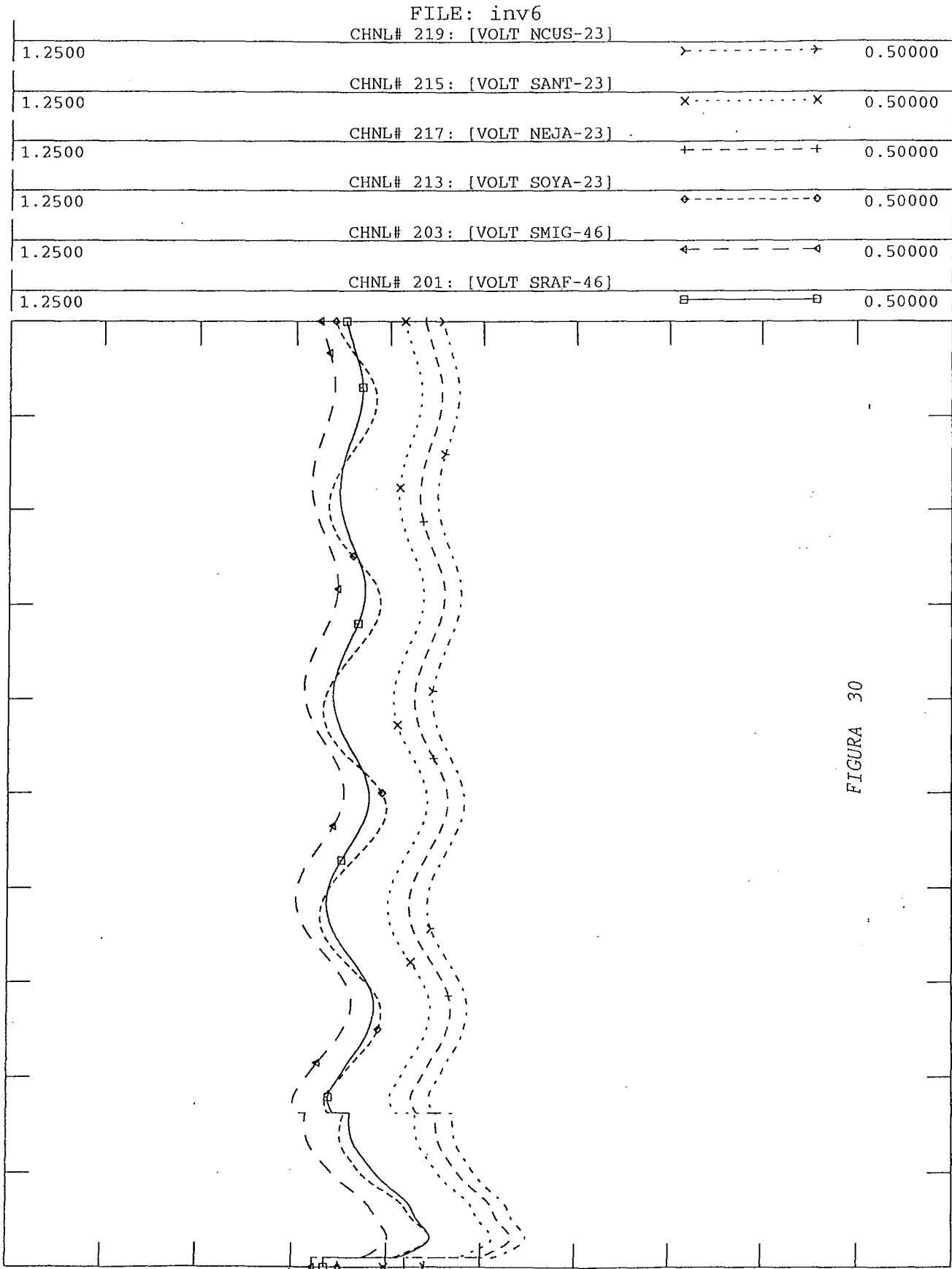
FILE: inv6

61.000	CHNL# 165: $60 * (1 + [\text{FRQ-AHUA-46}])$	58.000
61.000	CHNL# 176: $60 * (1 + [\text{FRQ-NCUS-23}])$	58.000
61.000	CHNL# 168: $60 * (1 + [\text{FRQ-SMIG-46}])$	58.000
61.000	CHNL# 167: $60 * (1 + [\text{FRQ-SRAF-46}])$	58.000
61.000	CHNL# 174: $60 * (1 + [\text{FRQ-SANT-23}])$	58.000
61.000	CHNL# 166: $60 * (1 + [\text{FRQ-SOYA-46}])$	58.000

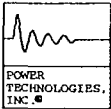




** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MEDIA DE 1993 MEDCEL93.DAT
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA



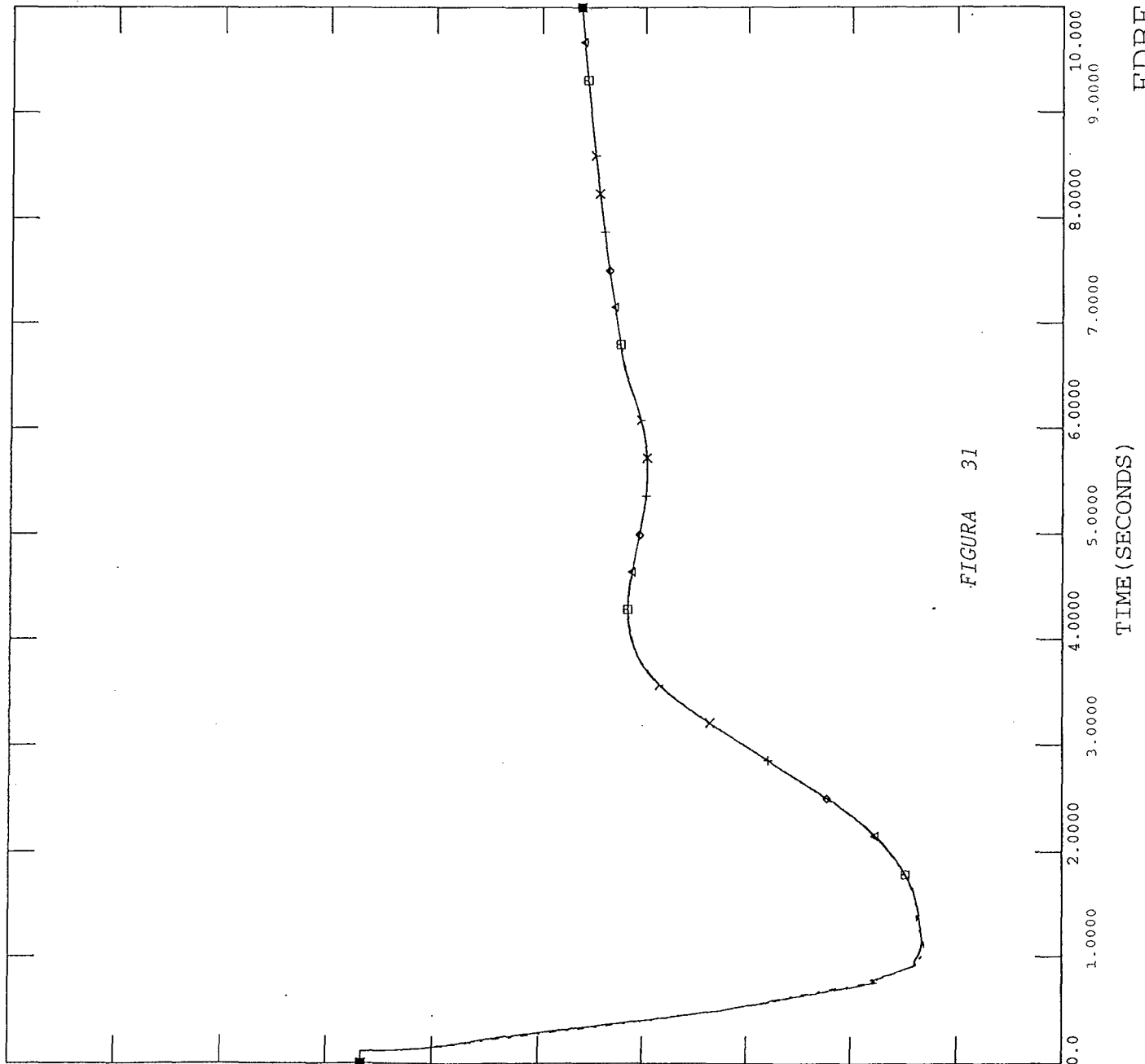
WED, DEC 09 1992 11:49
 EDBF INVIERNO CONT LEVE



*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MINIMA DE 1993 MINCEL93.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: ver7

61.000	CHNL# 165: $60 * (1 + [\text{FRQ-AHUA-46}])$	58.000
61.000	CHNL# 176: $60 * (1 + [\text{FRQ-NCUS-23}])$	58.000
61.000	CHNL# 168: $60 * (1 + [\text{FRQ-SMIG-46}])$	58.000
61.000	CHNL# 167: $60 * (1 + [\text{FRQ-SRAF-46}])$	58.000
61.000	CHNL# 174: $60 * (1 + [\text{FRQ-SANT-23}])$	58.000
61.000	CHNL# 166: $60 * (1 + [\text{FRQ-SOYA-46}])$	58.000



WED, DEC 09 1992 12:26
 EDBF VERANO CONT SEVERA



*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MINIMA DE 1993 MINCEL93.DAT ***
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA ***

FILE: ver7

1.2500	CHNL# 219: [VOLT NCUS-23]	→ - - - - - →	0.50000
1.2500	CHNL# 215: [VOLT SANT-23]	x - - - - - x	0.50000
1.2500	CHNL# 217: [VOLT NEJA-23]	+ - - - - +	0.50000
1.2500	CHNL# 213: [VOLT SOYA-23]	◇ - - - - ◇	0.50000
1.2500	CHNL# 203: [VOLT SMIG-46]	← - - - - →	0.50000
1.2500	CHNL# 201: [VOLT SRAF-46]	□ - - - - □	0.50000

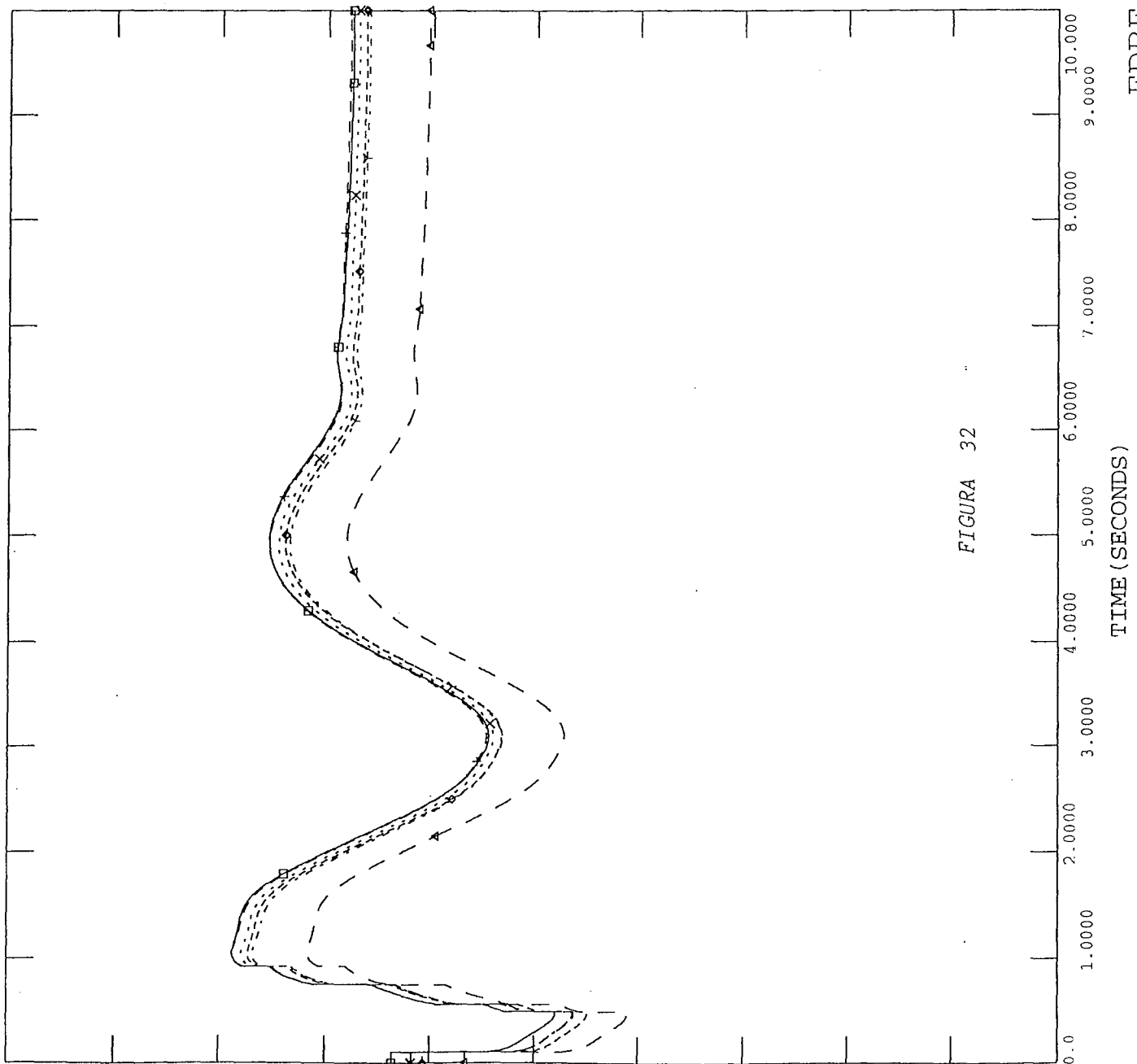
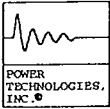


FIGURA 32

WED, DEC 09 1992 12:27

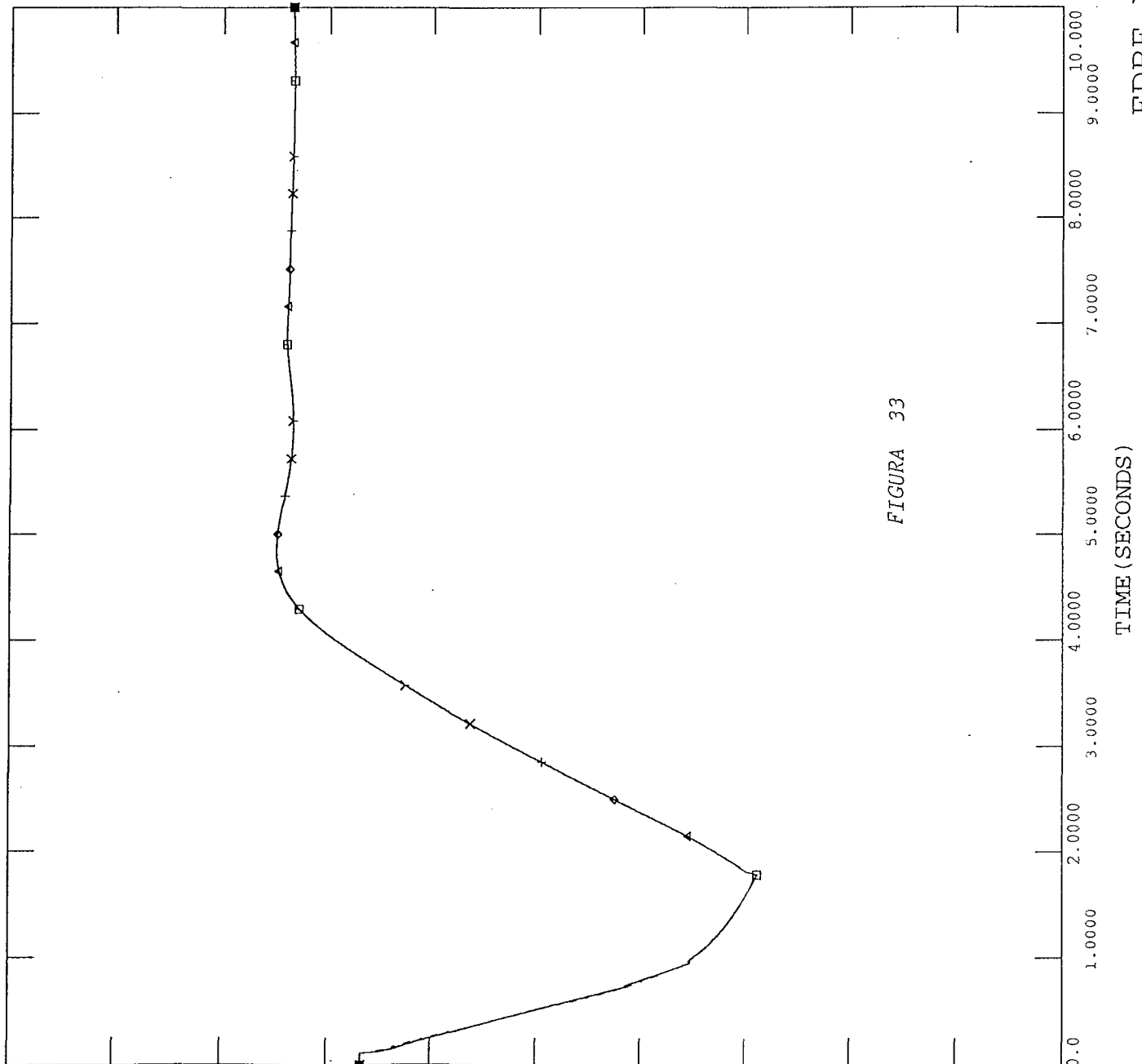
EDBF VERANO CONT SEVERA



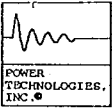
*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MINIMA DE 1993 MINCEL93.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: ver8

61.000	CHNL# 165: $60 * (1 + [\text{FRQ-AHUA-46}])$	~ - - - - - ~	58.000
61.000	CHNL# 176: $60 * (1 + [\text{FRQ-NCUS-23}])$	x - - - - - x	58.000
61.000	CHNL# 168: $60 * (1 + [\text{FRQ-SMIG-46}])$	+ - - - - +	58.000
61.000	CHNL# 167: $60 * (1 + [\text{FRQ-SRAF-46}])$	◇ - - - - ◇	58.000
61.000	CHNL# 174: $60 * (1 + [\text{FRQ-SANT-23}])$	← - - - - →	58.000
61.000	CHNL# 166: $60 * (1 + [\text{FRQ-SOYA-46}])$	□ - - - - □	58.000



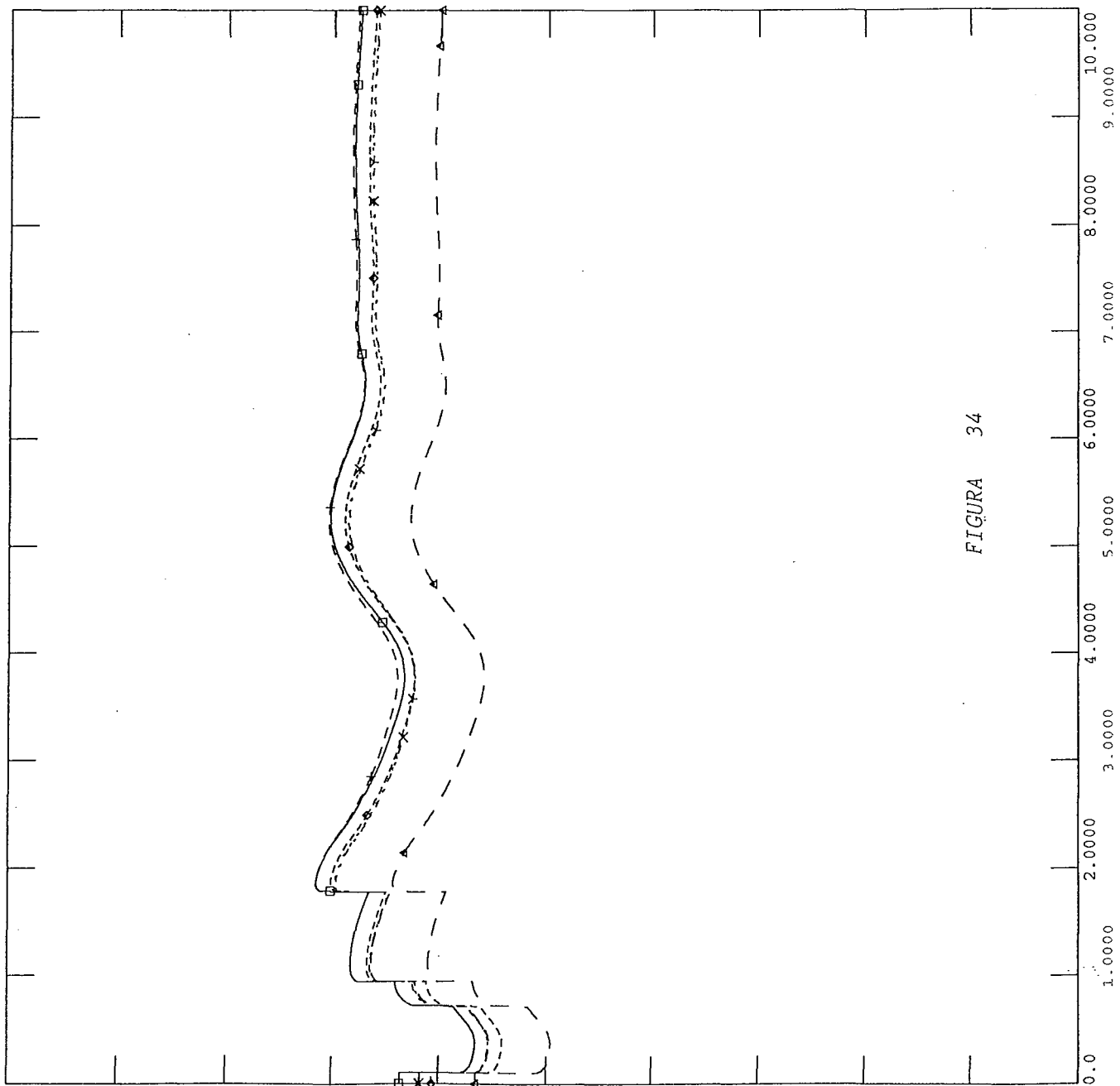
WED, DEC 09 1992 12:29
 EDBF VERANO CONT MEDIANA



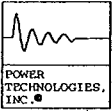
*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MINIMA DE 1993 MINCEL93.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: ver8

1.2500	CHNL# 219: [VOLT NCUS-23]	0.50000
1.2500	CHNL# 215: [VOLT SANT-23]	0.50000
1.2500	CHNL# 217: [VOLT NEJA-23]	0.50000
1.2500	CHNL# 213: [VOLT SOYA-23]	0.50000
1.2500	CHNL# 203: [VOLT SMIG-46]	0.50000
1.2500	CHNL# 201: [VOLT SRAF-46]	0.50000



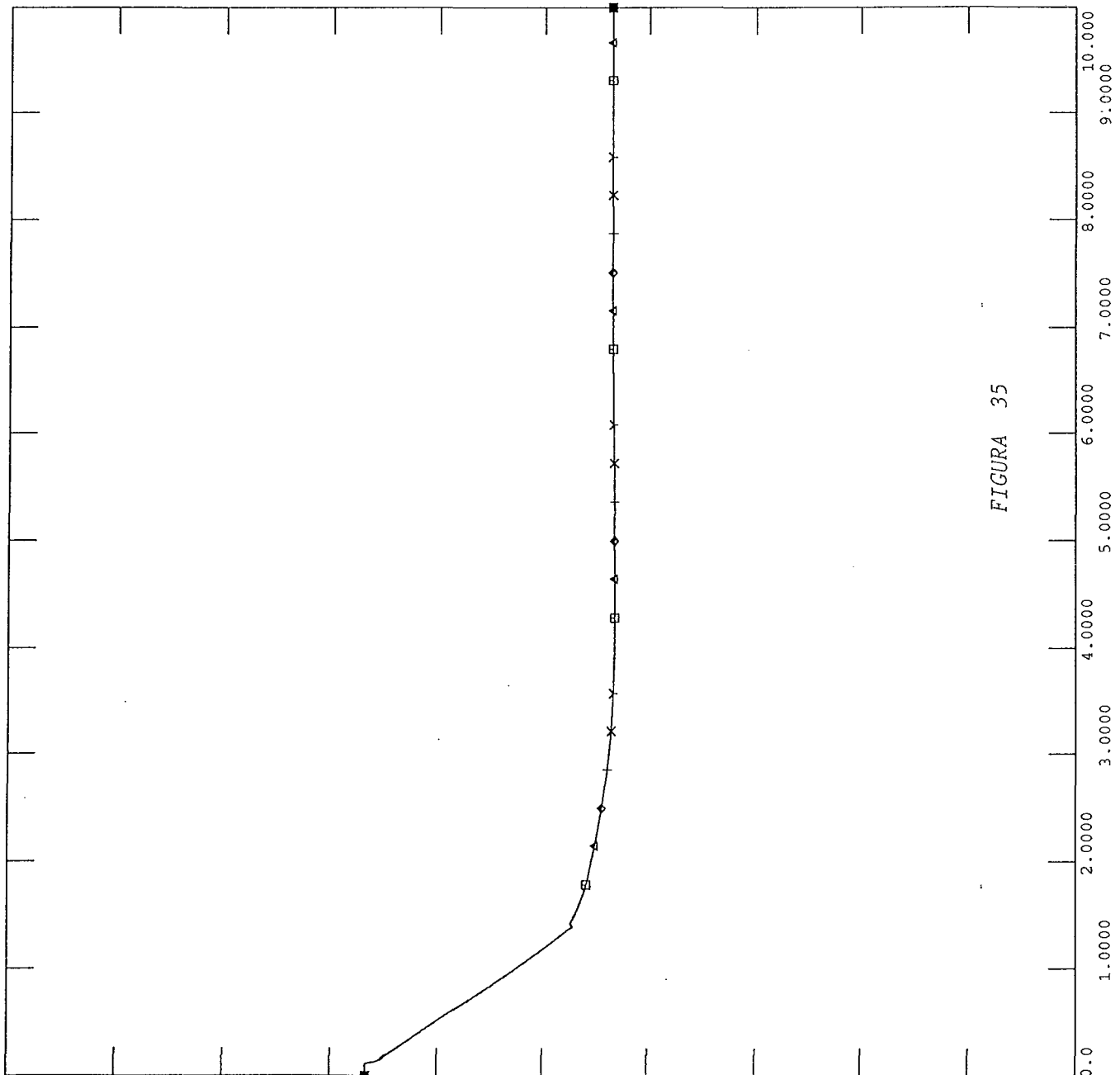
WED, DEC 09 1992 12:30
 EDBF VERANO CONT MEDIANA



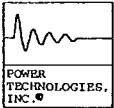
*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MINIMA DE 1993 MINCEL93.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: ver9

61.000	CHNL# 165: $60 * (1 + [\text{FRQ-AHUA-46}])$	→ - - - - - →	58.000
61.000	CHNL# 176: $60 * (1 + [\text{FRQ-NCUS-23}])$	x - - - - - x	58.000
61.000	CHNL# 168: $60 * (1 + [\text{FRQ-SMIG-46}])$	+ - - - - +	58.000
61.000	CHNL# 167: $60 * (1 + [\text{FRQ-SRAF-46}])$	◇ - - - - ◇	58.000
61.000	CHNL# 174: $60 * (1 + [\text{FRQ-SANT-23}])$	← - - - - →	58.000
61.000	CHNL# 166: $60 * (1 + [\text{FRQ-SOYA-46}])$	□ - - - - □	58.000



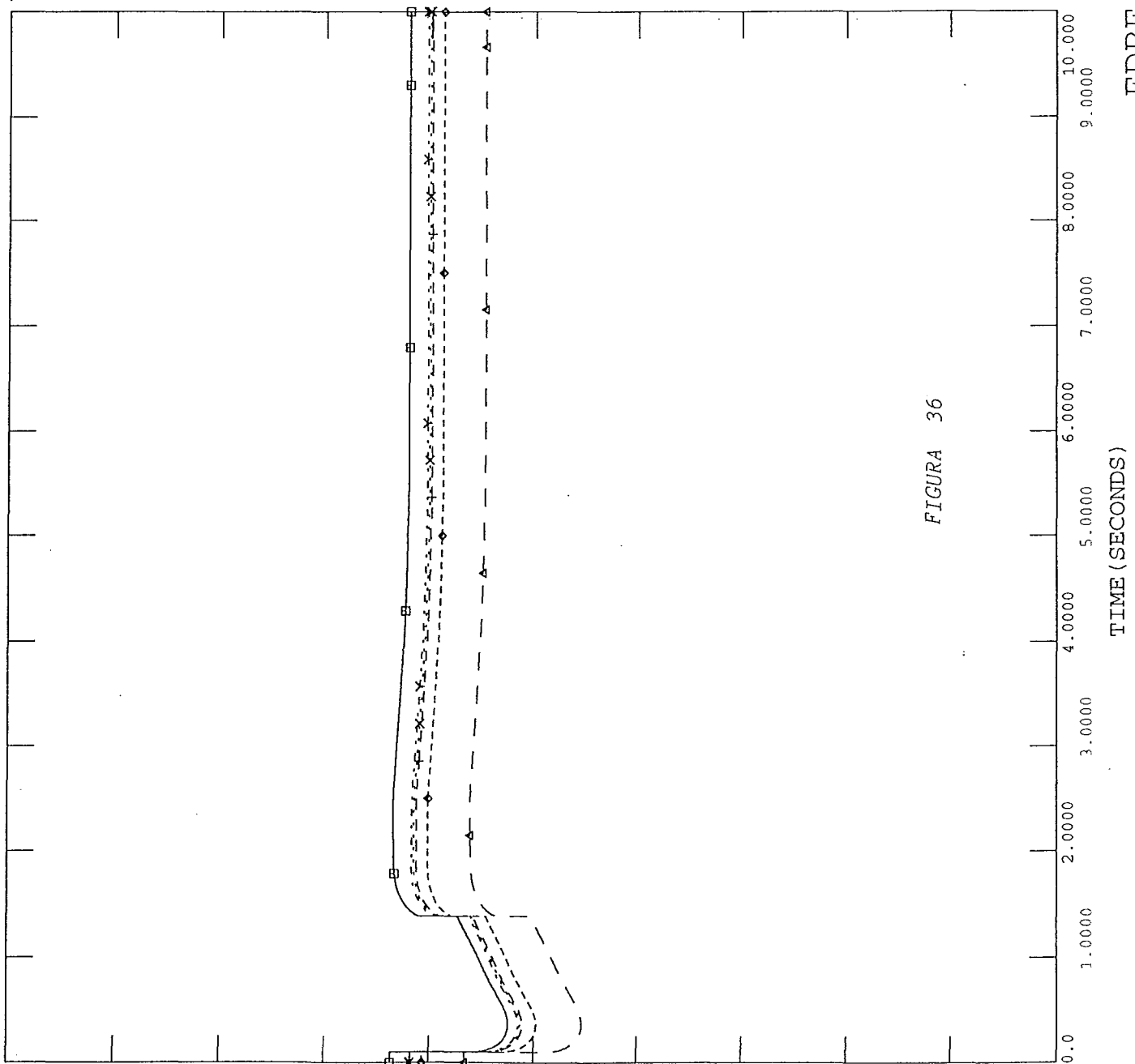
WED, DEC 09 1992 12:32
 EDBF VERANO CONTIN LEVE



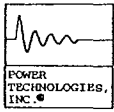
*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MINIMA DE 1993 MINCEL93.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: ver9

1.2500	CHNL# 219: [VOLT NCUS-23]	~ ~ ~ ~ ~	0.50000
1.2500	CHNL# 215: [VOLT SANT-23]	x ~ ~ ~ ~ x	0.50000
1.2500	CHNL# 217: [VOLT NEJA-23]	+ ~ ~ ~ ~ +	0.50000
1.2500	CHNL# 213: [VOLT SOYA-23]	◇ ~ ~ ~ ~ ◇	0.50000
1.2500	CHNL# 203: [VOLT SMIG-46]	← ~ ~ ~ ~ →	0.50000
1.2500	CHNL# 201: [VOLT SRAF-46]	▢ ~ ~ ~ ~ ▢	0.50000



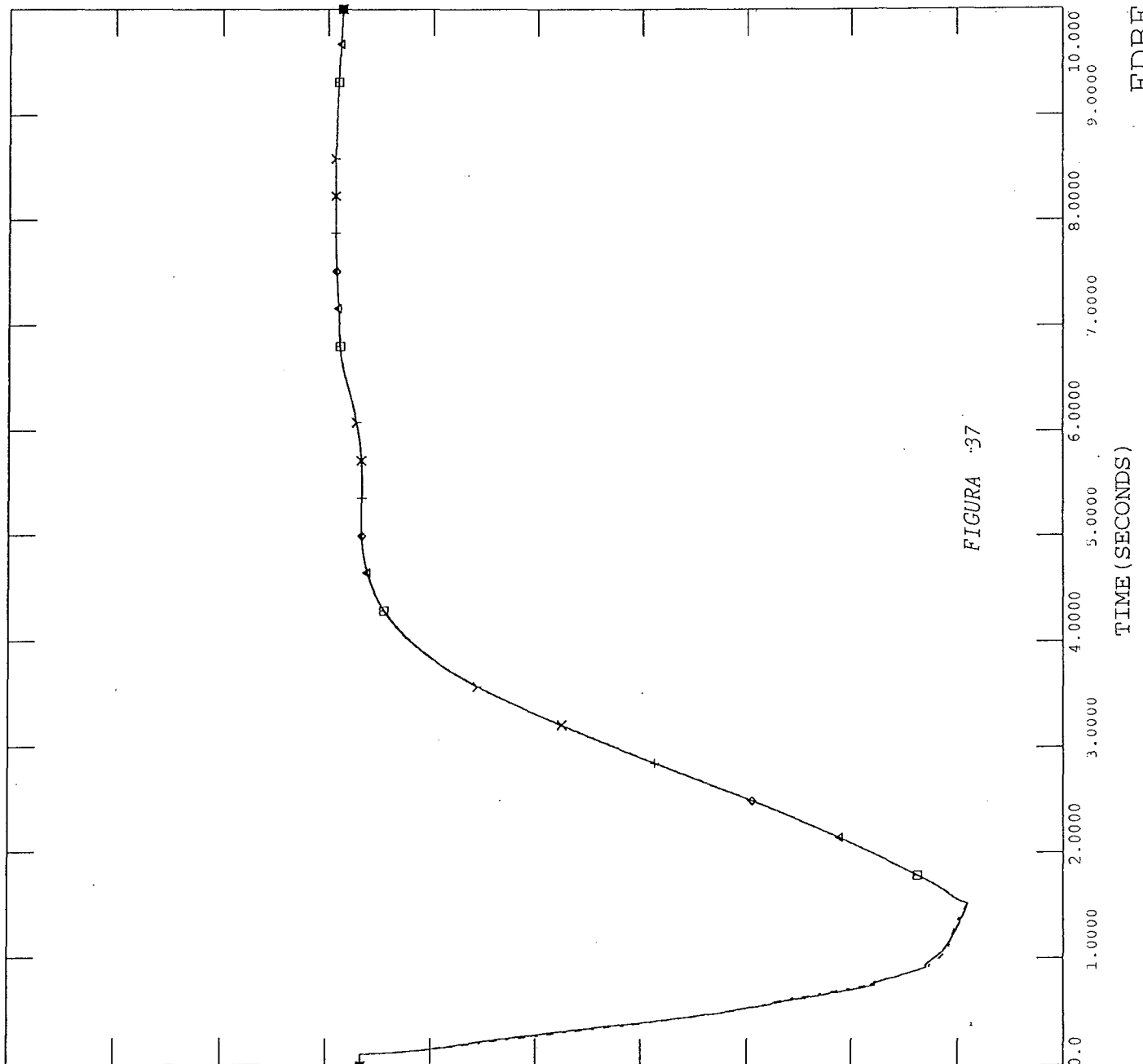
WED, DEC 09 1992 12:33
 EDBF VERANO CONTIN LEVE



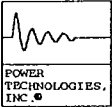
*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MINIMA DE 1993 MINCEL93.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCI

FILE: inv7

61.000	CHNL# 165: $60 * (1 + [\text{FRQ-AHUA-46}])$	>----->	58.000
61.000	CHNL# 176: $60 * (1 + [\text{FRQ-NCUS-23}])$	x-----x	58.000
61.000	CHNL# 168: $60 * (1 + [\text{FRQ-SMIG-46}])$	+-----+	58.000
61.000	CHNL# 167: $60 * (1 + [\text{FRQ-SRAF-46}])$	◆-----◆	58.000
61.000	CHNL# 174: $60 * (1 + [\text{FRQ-SANT-23}])$	←-----→	58.000
61.000	CHNL# 166: $60 * (1 + [\text{FRQ-SOYA-46}])$	□-----□	58.000



WED, DEC 09 1992 11:54
 EDBF INVIER CONT SEVERA



*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MINIMA DE 1993 MINCEL93.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCI

FILE: inv7		
1.2500	CHNL# 219: [VOLT NCUS-23]	0.50000
1.2500	CHNL# 215: [VOLT SANT-23]	0.50000
1.2500	CHNL# 217: [VOLT NEJA-23]	0.50000
1.2500	CHNL# 213: [VOLT SOYA-23]	0.50000
1.2500	CHNL# 203: [VOLT SMIG-46]	0.50000
1.2500	CHNL# 201: [VOLT SRAF-46]	0.50000

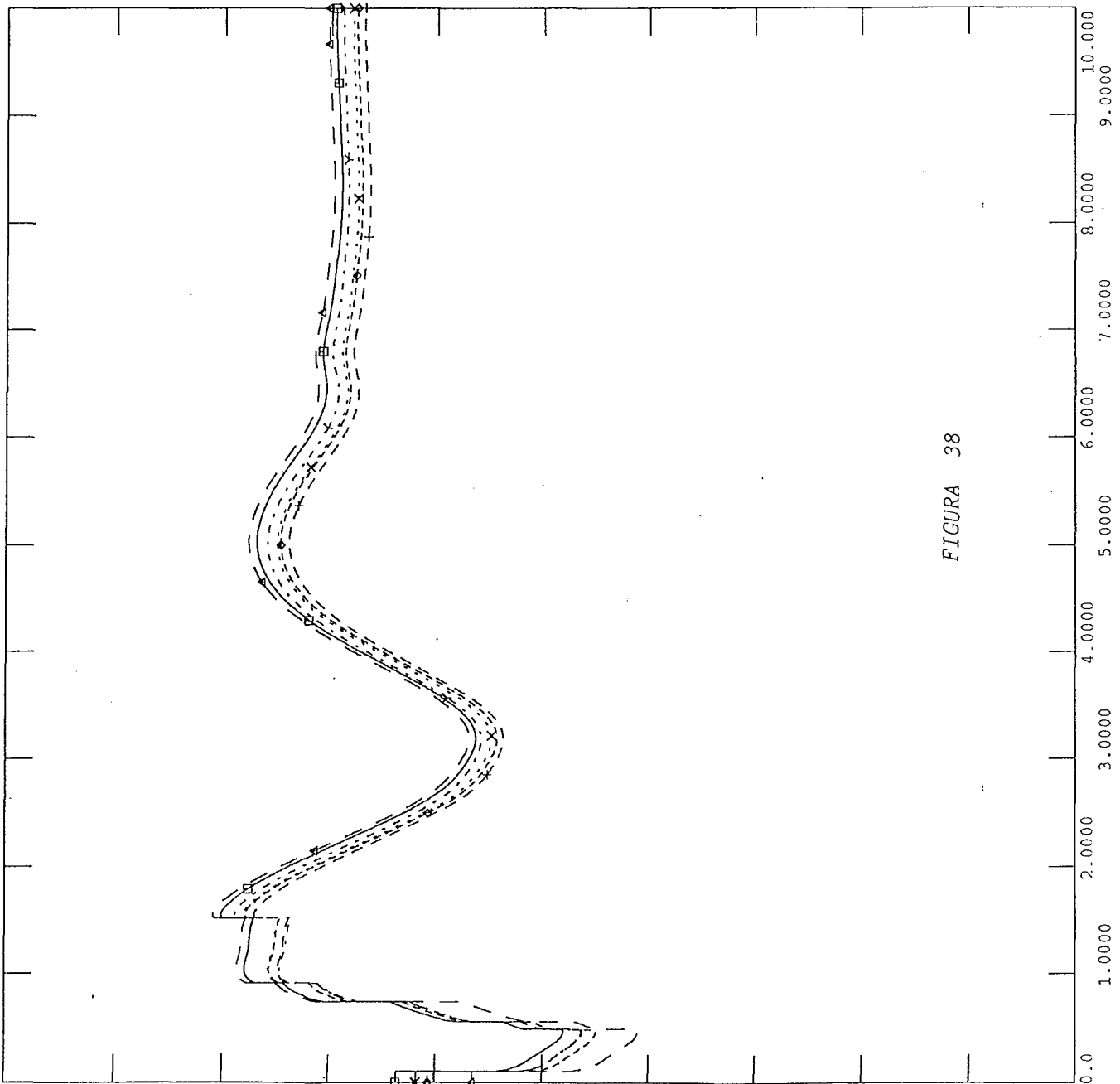
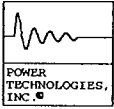


FIGURA 38

TIME (SECONDS)

WED, DEC 09 1992 11:54
 EDBF INVIER CONT SEVERA



*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MINIMA DE 1993 MINCEL93.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: inv8			
1.2500	CHNL# 219: [VOLT NCUS-23]	----->	0.50000
1.2500	CHNL# 215: [VOLT SANT-23]	x-----x	0.50000
1.2500	CHNL# 217: [VOLT NEJA-23]	+-----+	0.50000
1.2500	CHNL# 213: [VOLT SOYA-23]	◆-----◆	0.50000
1.2500	CHNL# 203: [VOLT SMIG-46]	←-----→	0.50000
1.2500	CHNL# 201: [VOLT SRAF-46]	□-----□	0.50000

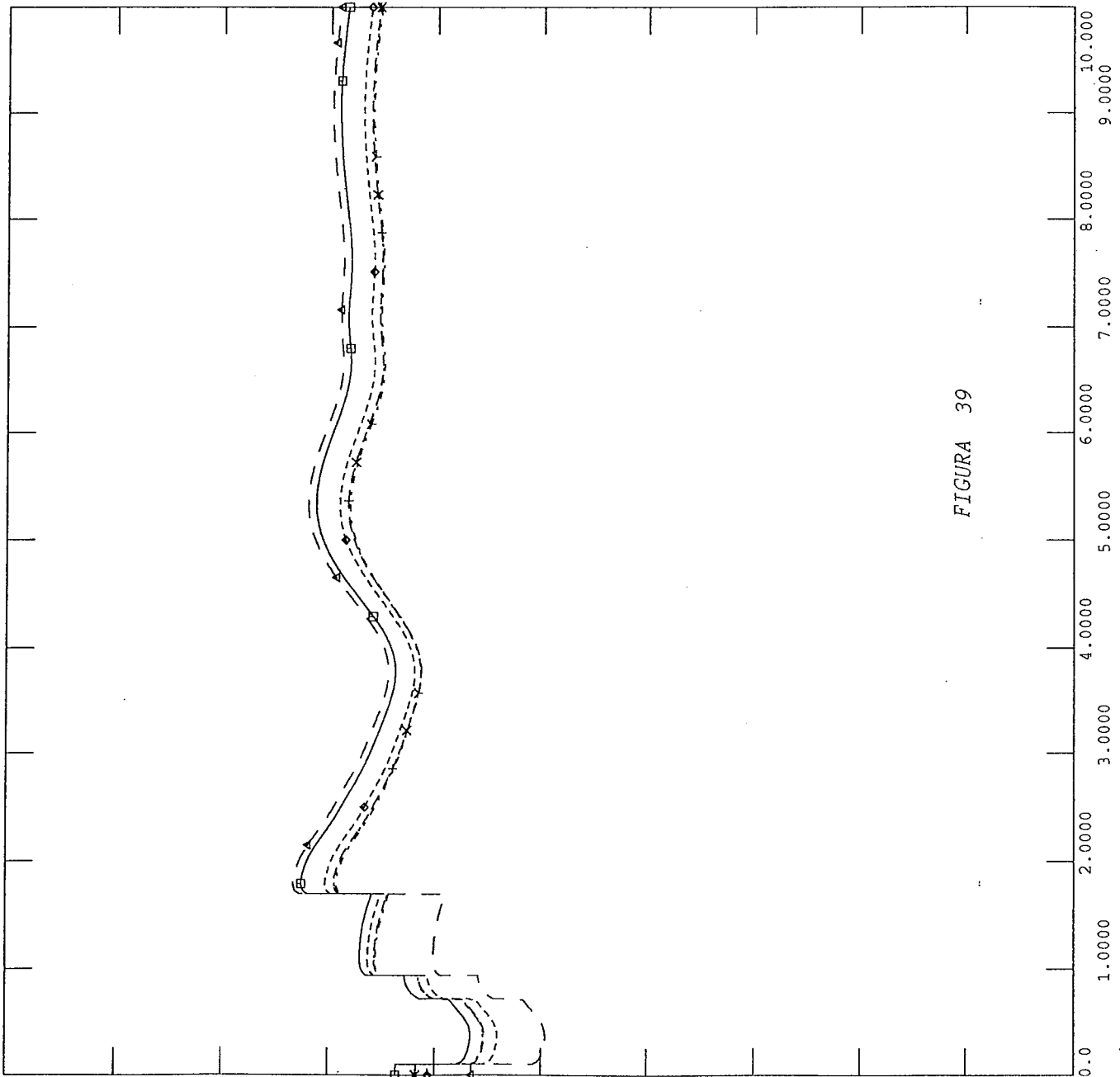
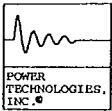


FIGURA 39

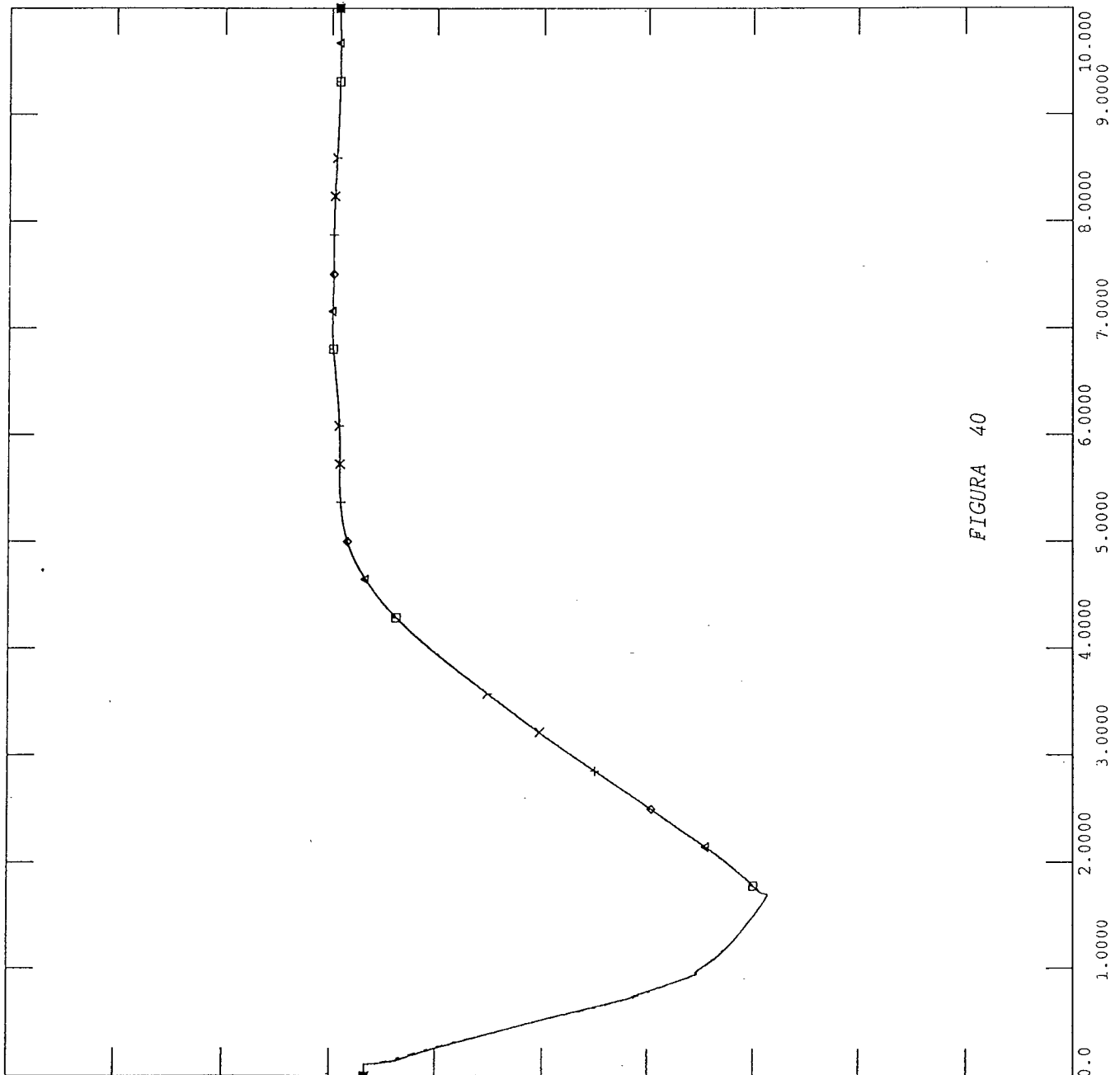
WED, DEC 09 1992 11:59
 EDBF INVIER CONT' MEDIANA



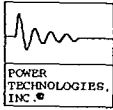
*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MINIMA DE 1993 MINCEL93.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCI

FILE: inv8

61.000	CHNL# 165: $60 * (1 + [\text{FRQ-AHUA-46}])$	>----->	58.000
61.000	CHNL# 176: $60 * (1 + [\text{FRQ-NCUS-23}])$	x-----x	58.000
61.000	CHNL# 168: $60 * (1 + [\text{FRQ-SMIG-46}])$	+-----+	58.000
61.000	CHNL# 167: $60 * (1 + [\text{FRQ-SRAF-46}])$	◇-----◇	58.000
61.000	CHNL# 174: $60 * (1 + [\text{FRQ-SANT-23}])$	←-----→	58.000
61.000	CHNL# 166: $60 * (1 + [\text{FRQ-SOYA-46}])$	□-----□	58.000



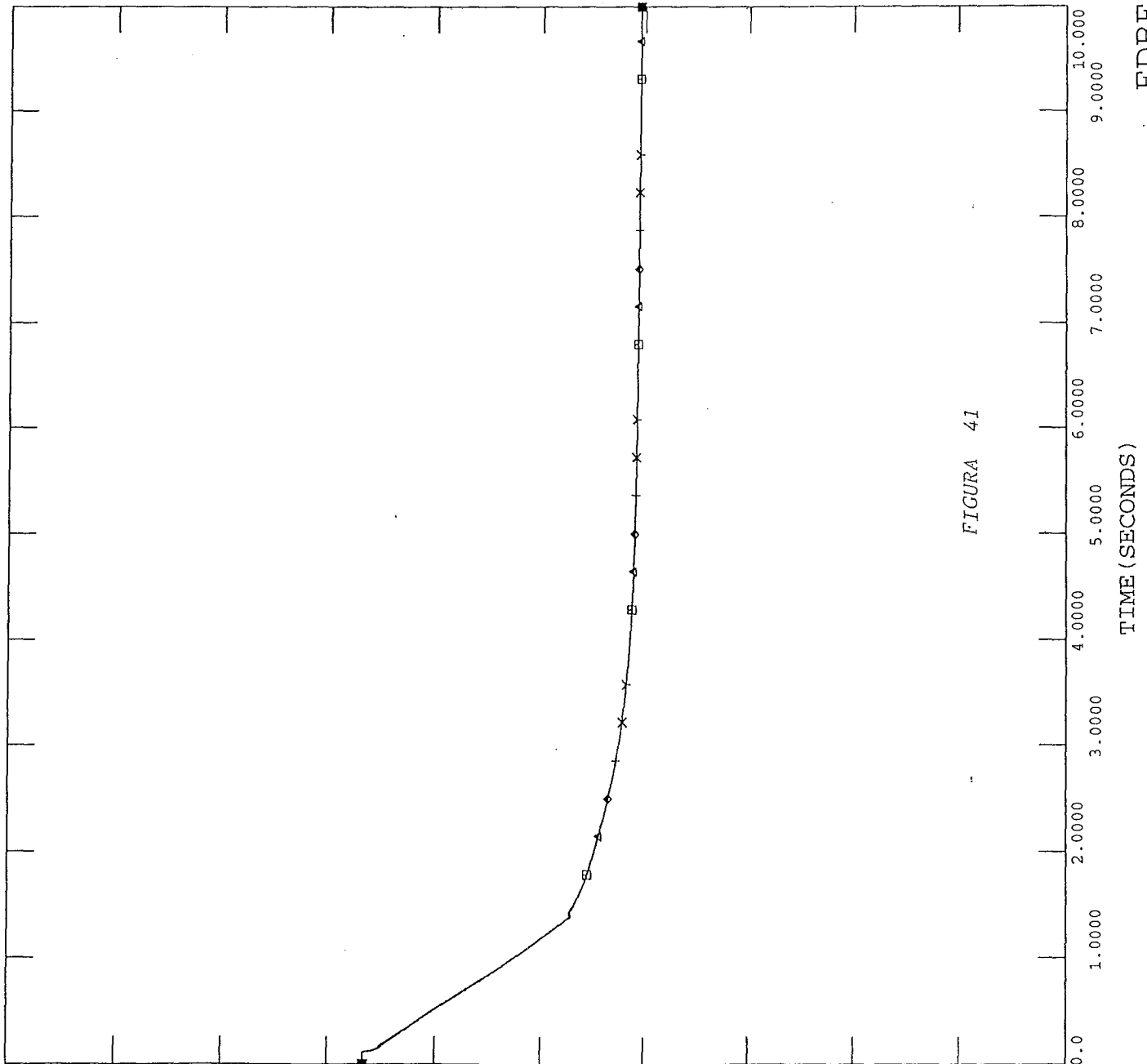
WED, DEC 09 1992 11:58
 EDBF INVIER CONT MEDIANA



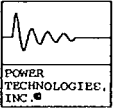
*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MINIMA DE 1993 MINCEL93.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: inv9

61.000	CHNL# 165: 60*(1+[FRQ-AHUA-46])	58.000
61.000	CHNL# 176: 60*(1+[FRQ-NCUS-23])	58.000
61.000	CHNL# 168: 60*(1+[FRQ-SMIG-46])	58.000
61.000	CHNL# 167: 60*(1+[FRQ-SRAF-46])	58.000
61.000	CHNL# 174: 60*(1+[FRQ-SANT-23])	58.000
61.000	CHNL# 166: 60*(1+[FRQ-SOYA-46])	58.000



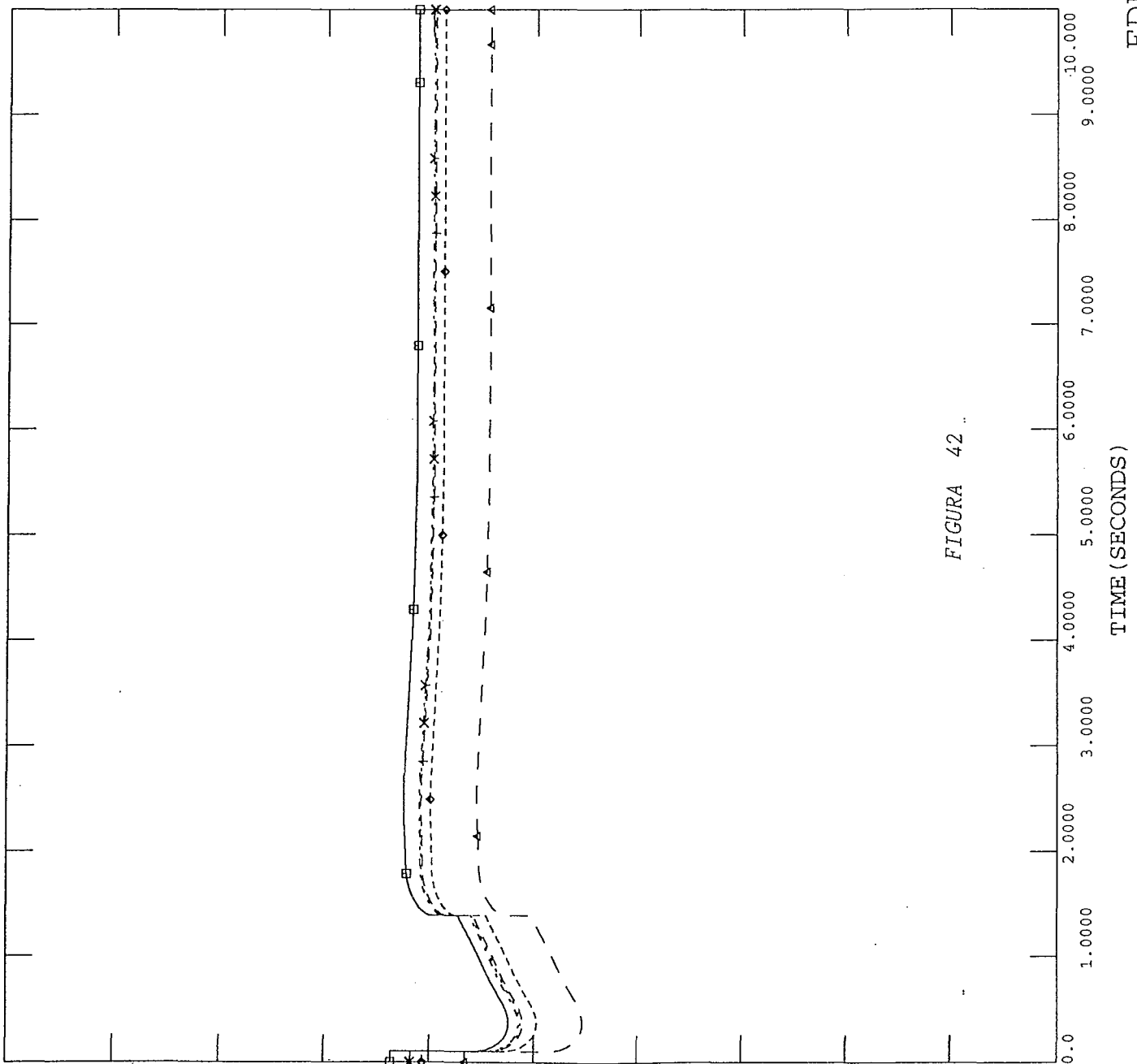
WED, DEC 09 1992 12:05
 EDBF INVIERNO CONT LEVE



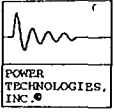
*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MINIMA DE 1993 MINCEL93'.DAT
 *** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: inv9

1.2500	CHNL# 219: [VOLT NCUS-23]	>----->	0.50000
1.2500	CHNL# 215: [VOLT SANT-23]	x-----x	0.50000
1.2500	CHNL# 217: [VOLT NEJA-23]	+-----+	0.50000
1.2500	CHNL# 213: [VOLT SOYA-23]	◆-----◆	0.50000
1.2500	CHNL# 203: [VOLT SMIG-46]	←-----→	0.50000
1.2500	CHNL# 201: [VOLT SRAF-46]	□-----□	0.50000



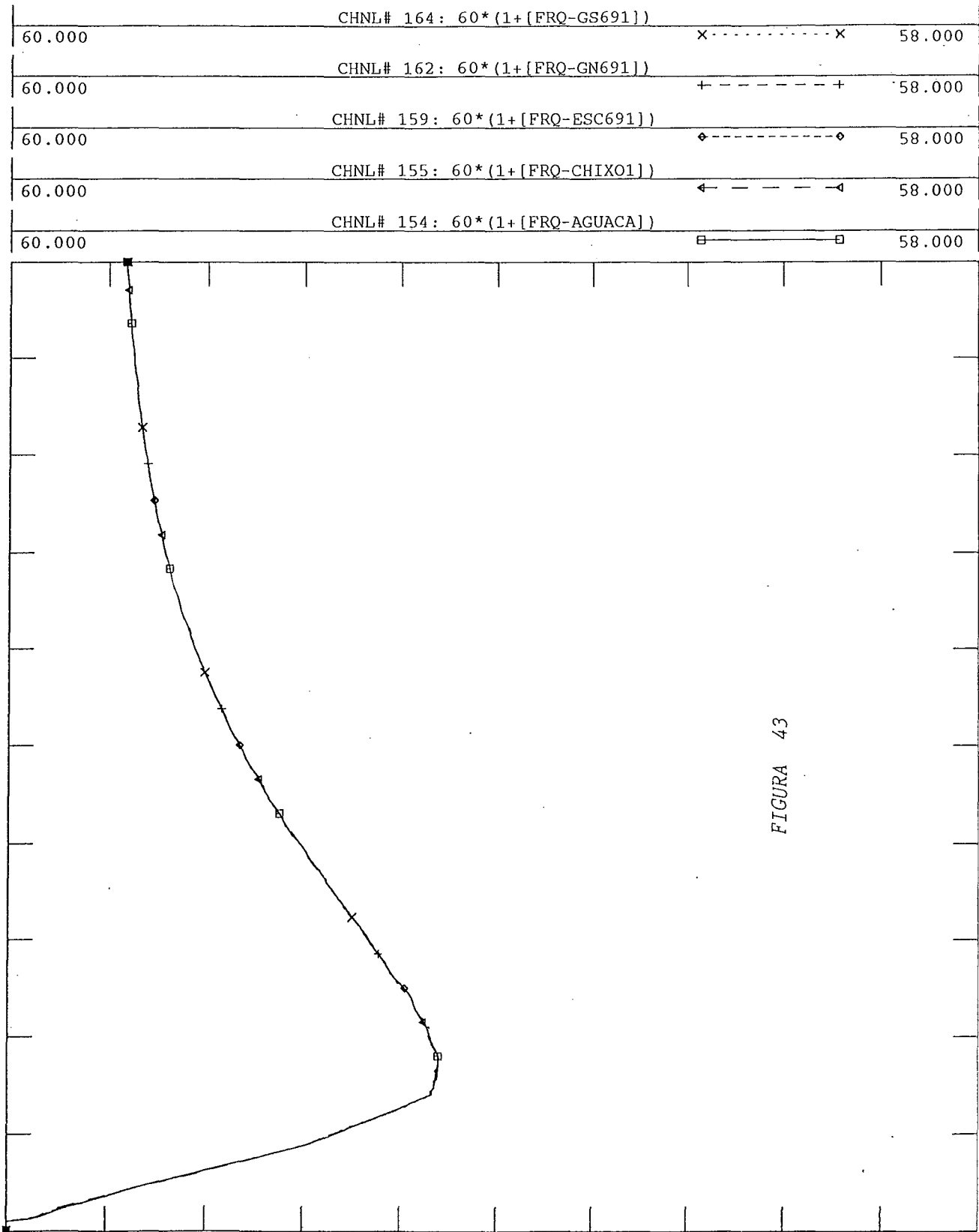
WED, DEC 09 1992 12:04
 EDBF INVIER CONT LEVE

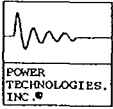


***DATOS INDE, DEMANDA MAXIMA 1993 - INDE93.DAT
 **ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA -

FILE: caso2

WED, DEC 09 1992 04:56
 PERDIDA BARCAZAS

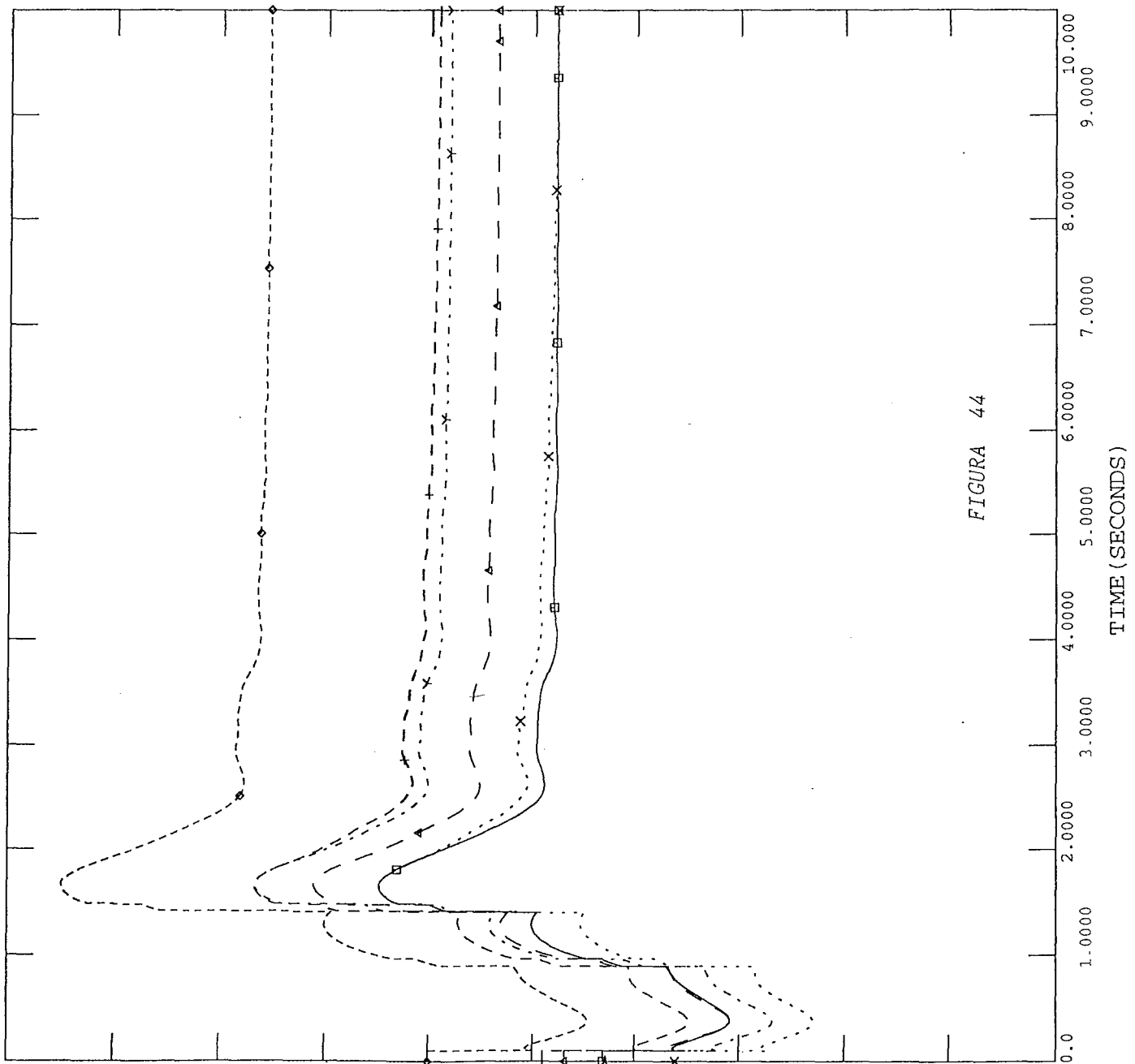




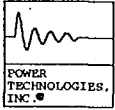
***DATOS INDE, DEMANDA MAXIMA 1993 - INDE93.DAT
 **ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA -

FILE: caso2
 CHNL# 185: [V-MULUA69]

1.1000	CHNL# 185: [V-MULUA69]	→ - - - - - →	0.95000
1.1000	CHNL# 182: [V-CENT1]	x - - - - - x	0.95000
1.1000	CHNL# 179: [V-GS691]	+ - - - - +	0.95000
1.1000	CHNL# 177: [V-GN691]	◇ - - - - ◇	0.95000
1.1000	CHNL# 174: [V-ESC691]	← - - - - →	0.95000
1.1000	CHNL# 170: [V-CHIX01]	□ - - - - □	0.95000



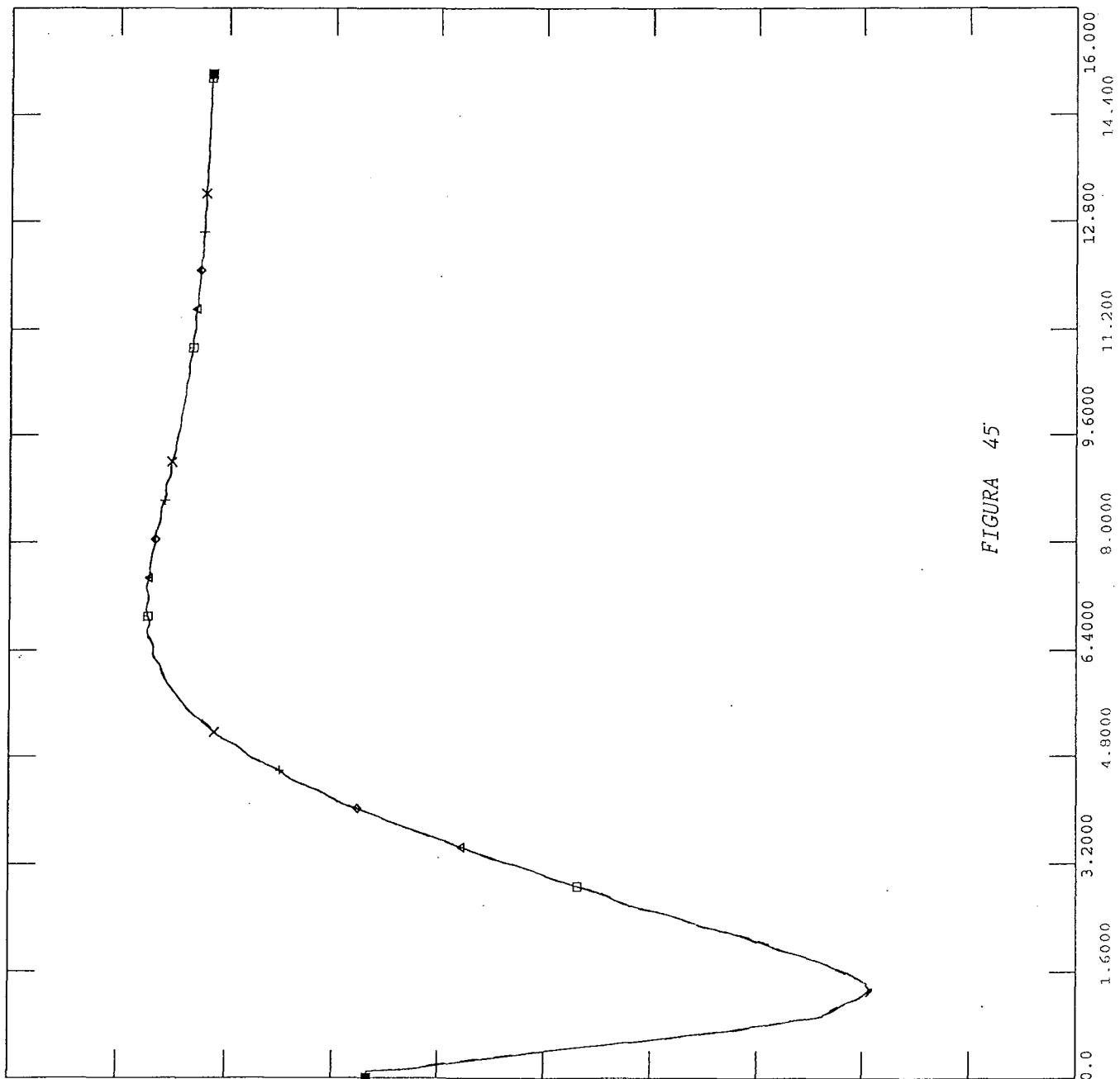
WED, DEC 09 1992 05:21
 PERDIDA BARCAZAS



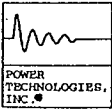
***DATOS INDE, DEMANDA MAXIMA 1993 - INDE93.DAT
 **ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA -

FILE: caso3

61.000	CHNL# 159: $60 * (1 + [\text{FRQ-ESC691}])$	x - - - - - x	58.000
61.000	CHNL# 164: $60 * (1 + [\text{FRQ-GS691}])$	+ - - - - +	58.000
61.000	CHNL# 162: $60 * (1 + [\text{FRQ-GN691}])$	◇ - - - - ◇	58.000
61.000	CHNL# 155: $60 * (1 + [\text{FRQ-CHIXO1}])$	← - - - - →	58.000
61.000	CHNL# 154: $60 * (1 + [\text{FRQ-AGUACA}])$	□ - - - - □	58.000

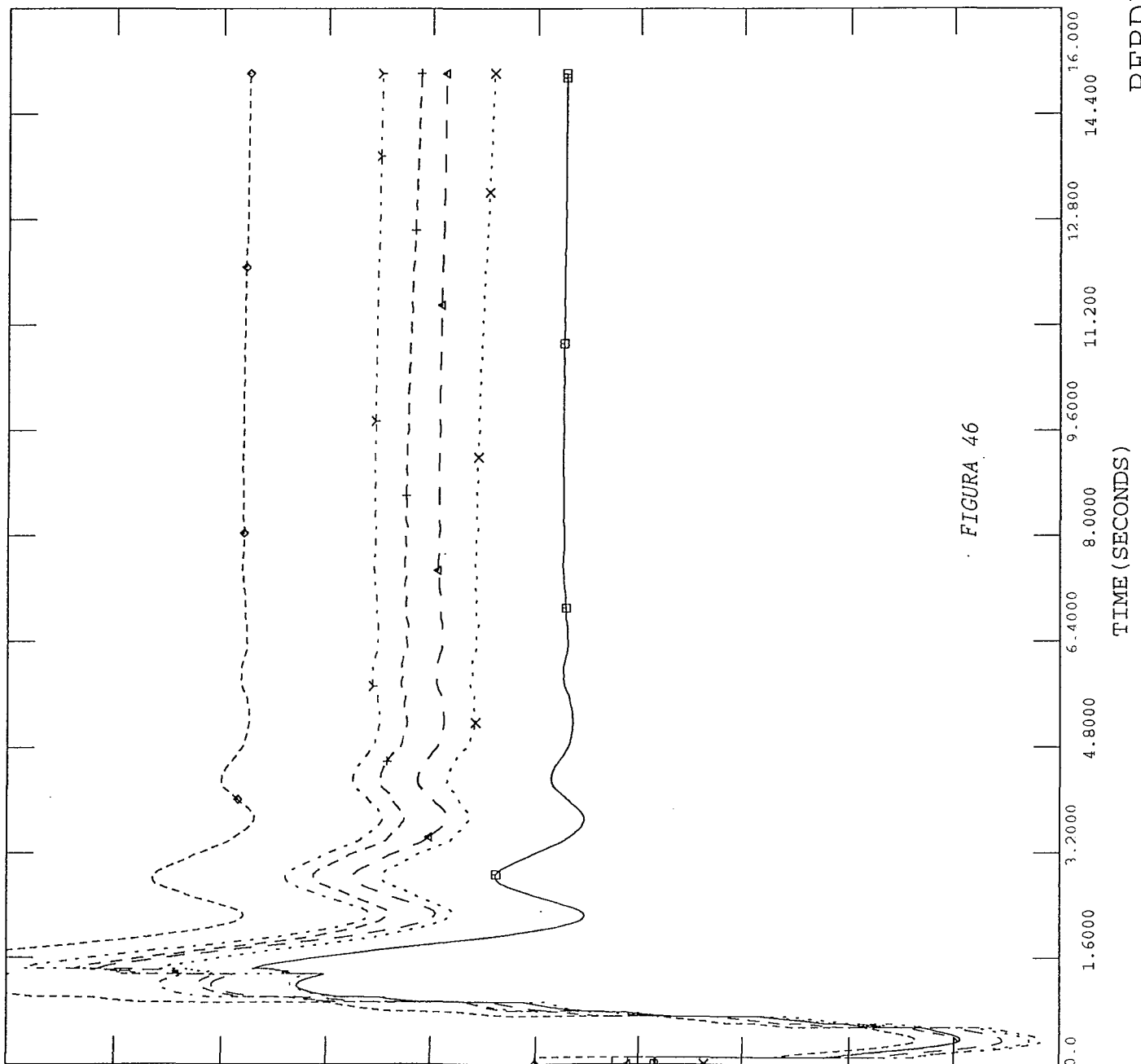


WED, DEC 09 1992 07:28
 PERDIDA BARC, EV-2, EG-6

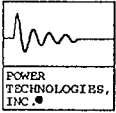


***DATOS INDE, DEMANDA MAXIMA 1993 - INDE93.DAT
 **ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA -

FILE: caso3			
1.1500	CHNL# 185: [V-MULUA69]	Y - - - - -	0.93000
1.1500	CHNL# 182: [V-CENT1]	X - - - - -	0.93000
1.1500	CHNL# 179: [V-GS691]	+ - - - -	0.93000
1.1500	CHNL# 177: [V-GN691]	◇ - - - -	0.93000
1.1500	CHNL# 174: [V-ESC691]	△ - - - -	0.93000
1.1500	CHNL# 170: [V-CHIX01]	□ - - - -	0.93000



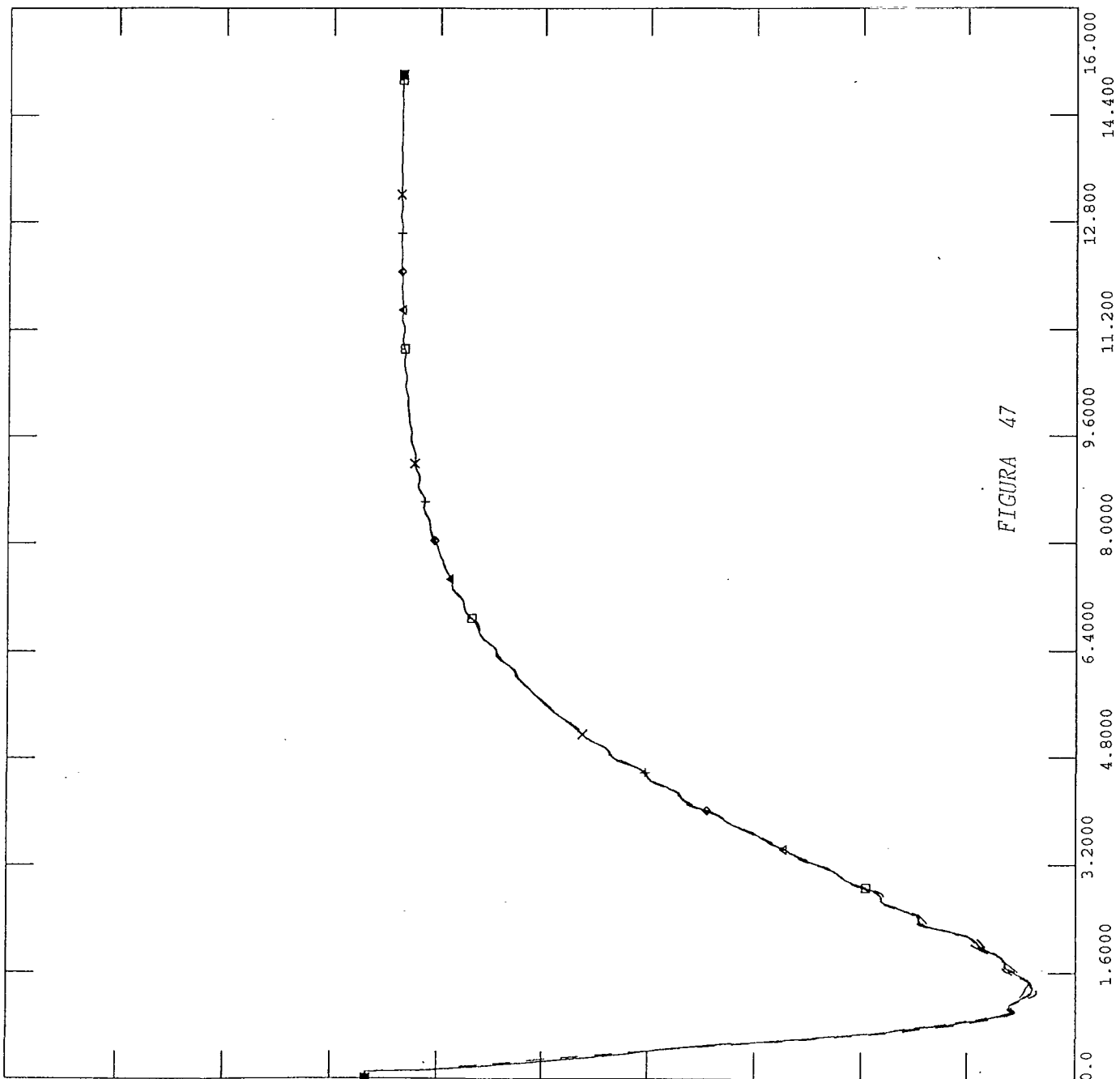
WED, DEC 09 1992 09:27
 PERDIDA BARC, EV-2, EG-6



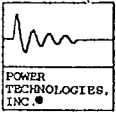
***DATOS INDE, DEMANDA MAXIMA 1993 - INDE93.DAT
 **ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA -

FILE: caso4a

61.000	CHNL# 159: $60 * (1 + [\text{FRQ-ESC691}])$	x - - - - - x	58.000
61.000	CHNL# 164: $60 * (1 + [\text{FRQ-GS691}])$	+ - - - - +	58.000
61.000	CHNL# 162: $60 * (1 + [\text{FRQ-GN691}])$	◇ - - - - ◇	58.000
61.000	CHNL# 155: $60 * (1 + [\text{FRQ-CHIXO1}])$	← - - - - →	58.000
61.000	CHNL# 154: $60 * (1 + [\text{FRQ-AGUACA}])$	□ - - - - □	58.000



WED, DEC 09 1992 10:37
 PERDIDA BAR+EV2+EG6+AG123



***DATOS INDE, DEMANDA MAXIMA 1993 - INDE93.DAT
 **ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA -

FILE: caso4a
 CHNL# 185: [V-MULUA69]

1.3000 0.70000

CHNL# 182: [V-CENT1]

1.3000 0.70000

CHNL# 179: [V-GS691]

1.3000 0.70000

CHNL# 177: [V-GN691]

1.3000 0.70000

CHNL# 174: [V-ESC691]

1.3000 0.70000

CHNL# 170: [V-CHIXO1]

1.3000 0.70000

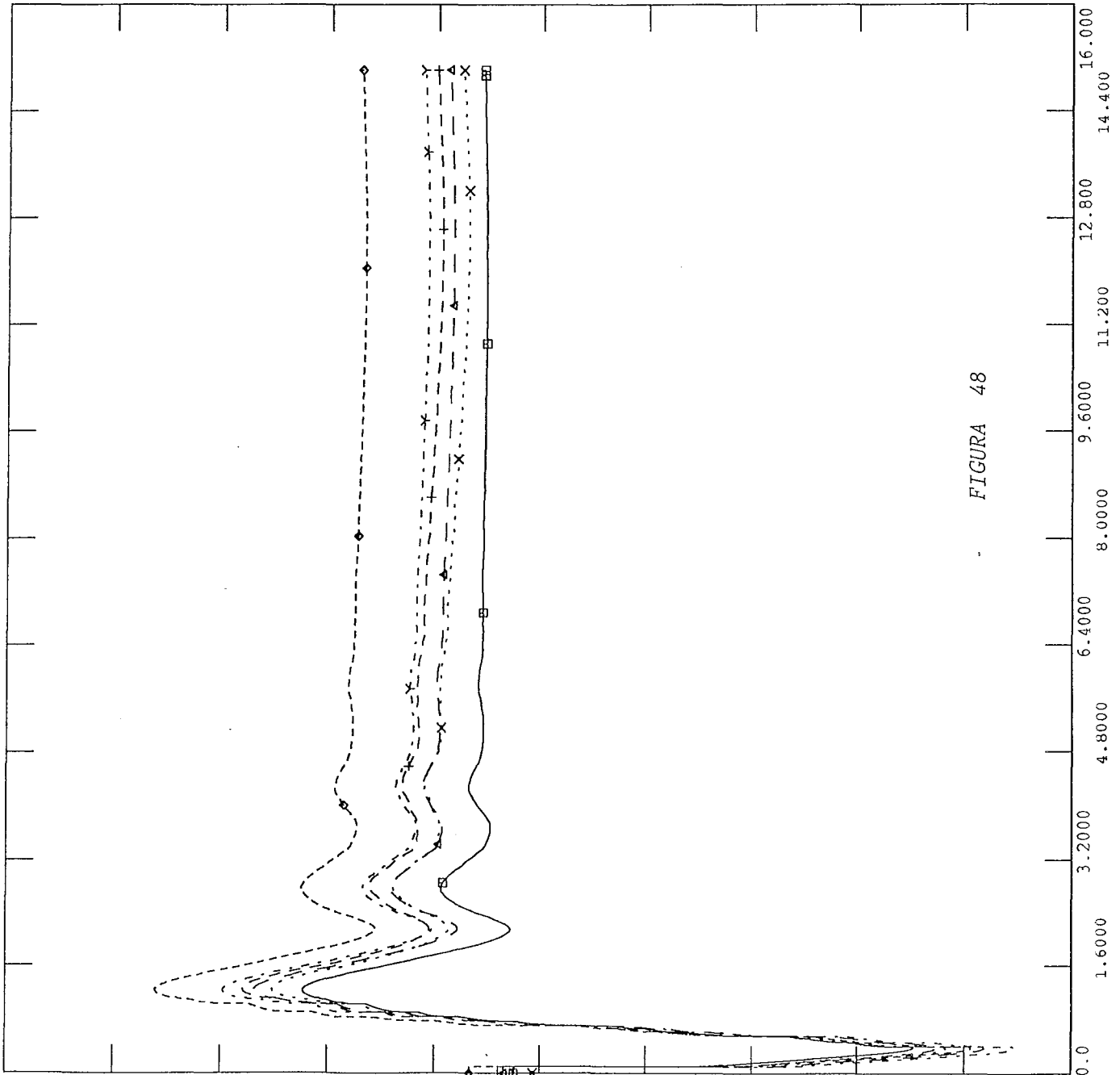
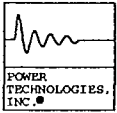


FIGURA 48

TIME (SECONDS)

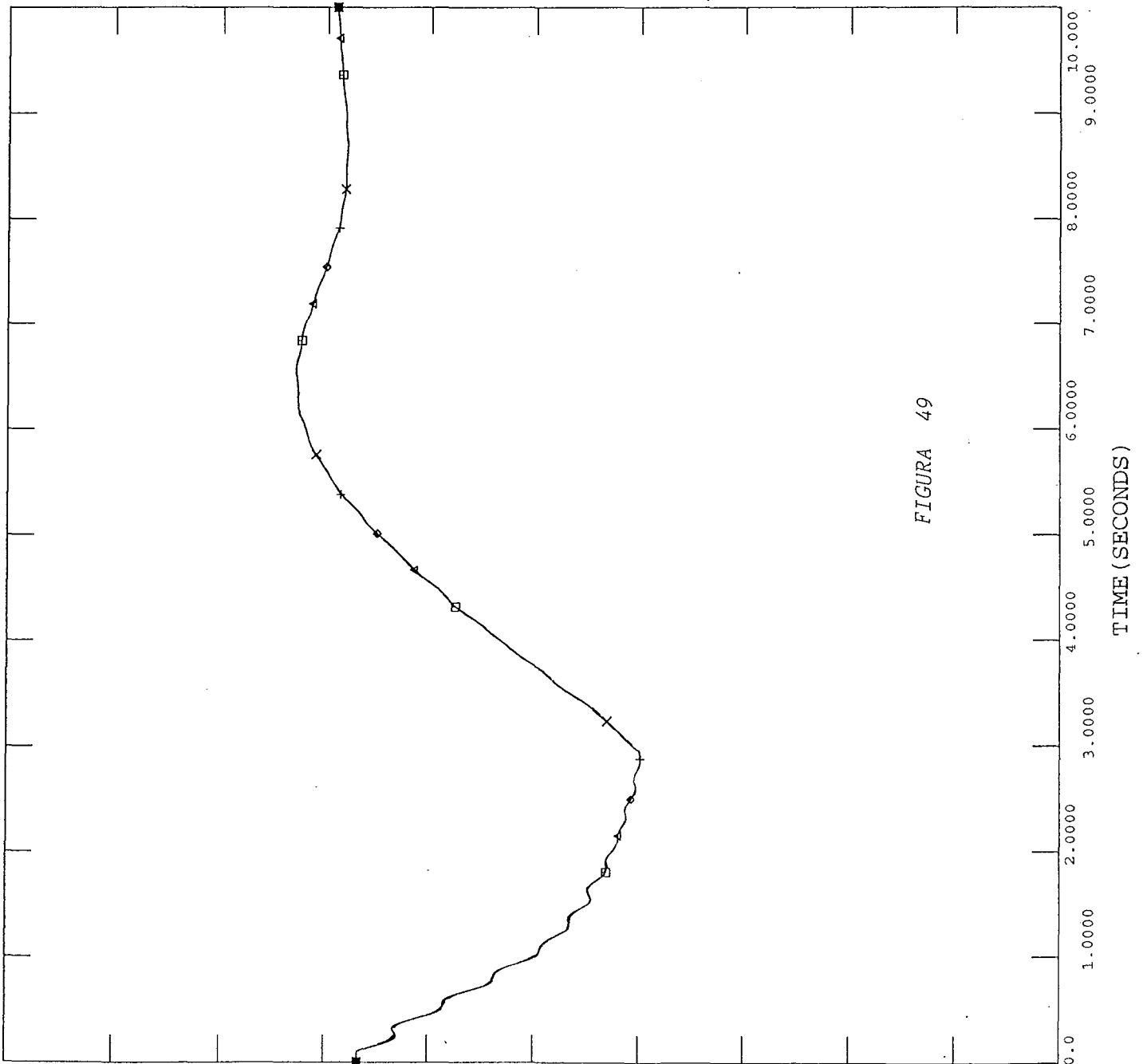
WED, DEC 09 1992 10:58
 PERDIDA BAR+EV2+EG6+AG123



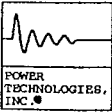
***DATOS INDE, DEMANDA MEDIA 1993 - INDE93MD.DAT
 **ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA -

FILE: caso5

61.000	CHNL# 159: $60 * (1 + [\text{FRQ} - \text{ESC691}])$	x - - - - - x	58.000
61.000	CHNL# 164: $60 * (1 + [\text{FRQ} - \text{GS691}])$	+ - - - - +	58.000
61.000	CHNL# 162: $60 * (1 + [\text{FRQ} - \text{GN691}])$	o - - - - o	58.000
61.000	CHNL# 155: $60 * (1 + [\text{FRQ} - \text{CHIXO1}])$	← - - - - →	58.000
61.000	CHNL# 154: $60 * (1 + [\text{FRQ} - \text{AGUACA}])$	□ - - - - □	58.000



WED, DEC 09 1992 12:34
 PERDIDA BARCAZAS



***DATOS INDE, DEMANDA MEDIA 1993 - INDE93MD.DAT
 **ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA -

FILE: caso5
 CHNL# 185: [V-MULUA69]

1.3000 >-----> 0.70000

CHNL# 182: [V-CENT1]

1.3000 x-----x 0.70000

CHNL# 179: [V-GS691]

1.3000 +-----+ 0.70000

CHNL# 177: [V-GN691]

1.3000 ♦-----♦ 0.70000

CHNL# 174: [V-ESC691]

1.3000 ←-----→ 0.70000

CHNL# 170: [V-CHIXO1]

1.3000 □-----□ 0.70000

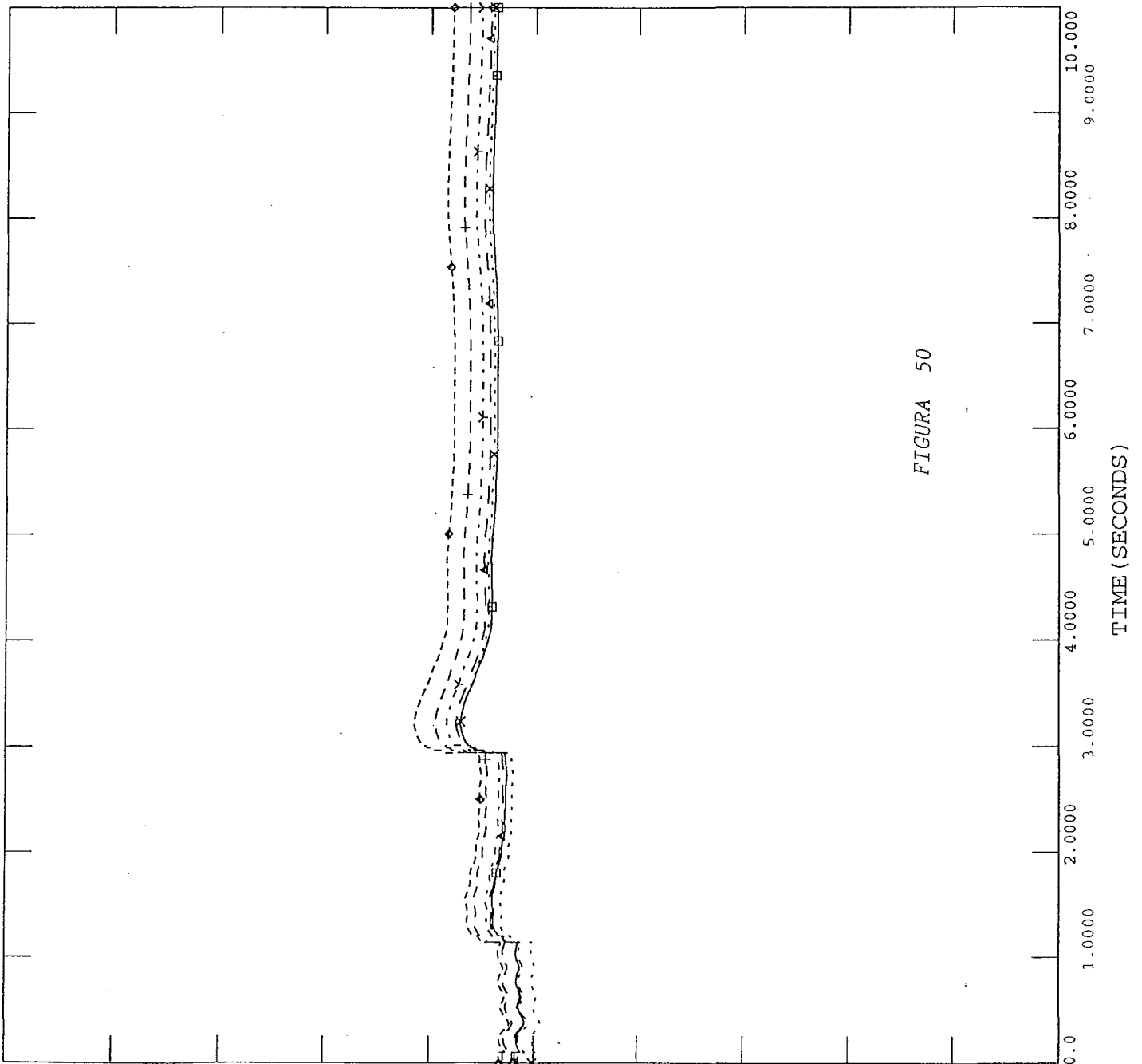
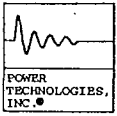


FIGURA 50

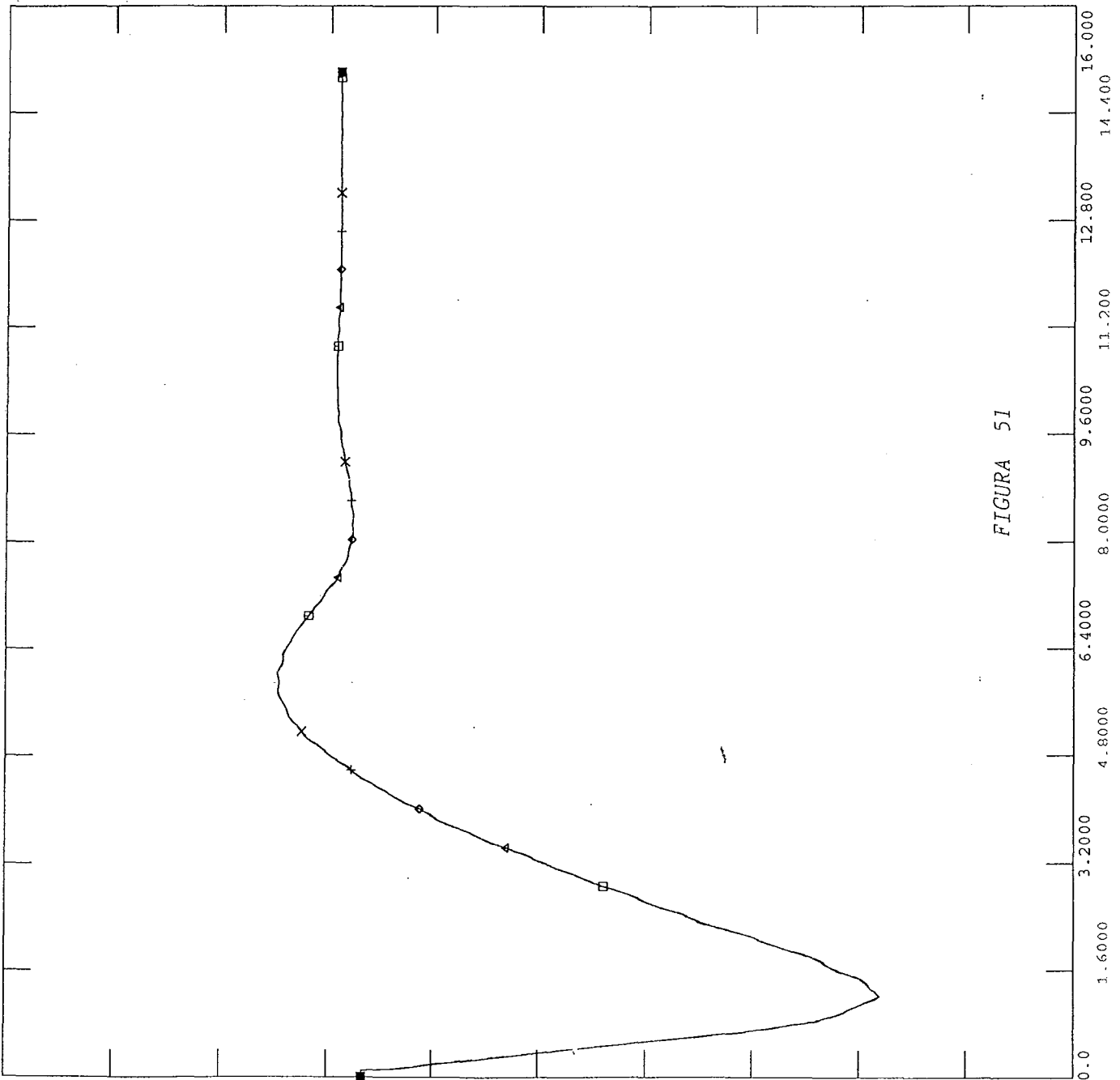
WED, DEC 09 1992 12:47
 PERDIDA BARCAZAS



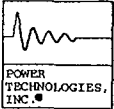
***DATOS INDE, DEMANDA MEDIA 1993 - INDE93MD.DAT
 **ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA -

FILE: caso6

61.000	CHNL# 159: $60 * (1 + [\text{FRQ} - \text{ESC691}])$	X - - - - - X	58.000
61.000	CHNL# 164: $60 * (1 + [\text{FRQ} - \text{GS691}])$	+ - - - - +	58.000
61.000	CHNL# 162: $60 * (1 + [\text{FRQ} - \text{GN691}])$	◇ - - - - ◇	58.000
61.000	CHNL# 155: $60 * (1 + [\text{FRQ} - \text{CHIXO1}])$	← - - - - →	58.000
61.000	CHNL# 154: $60 * (1 + [\text{FRQ} - \text{AGUACA}])$	□ - - - - □	58.000

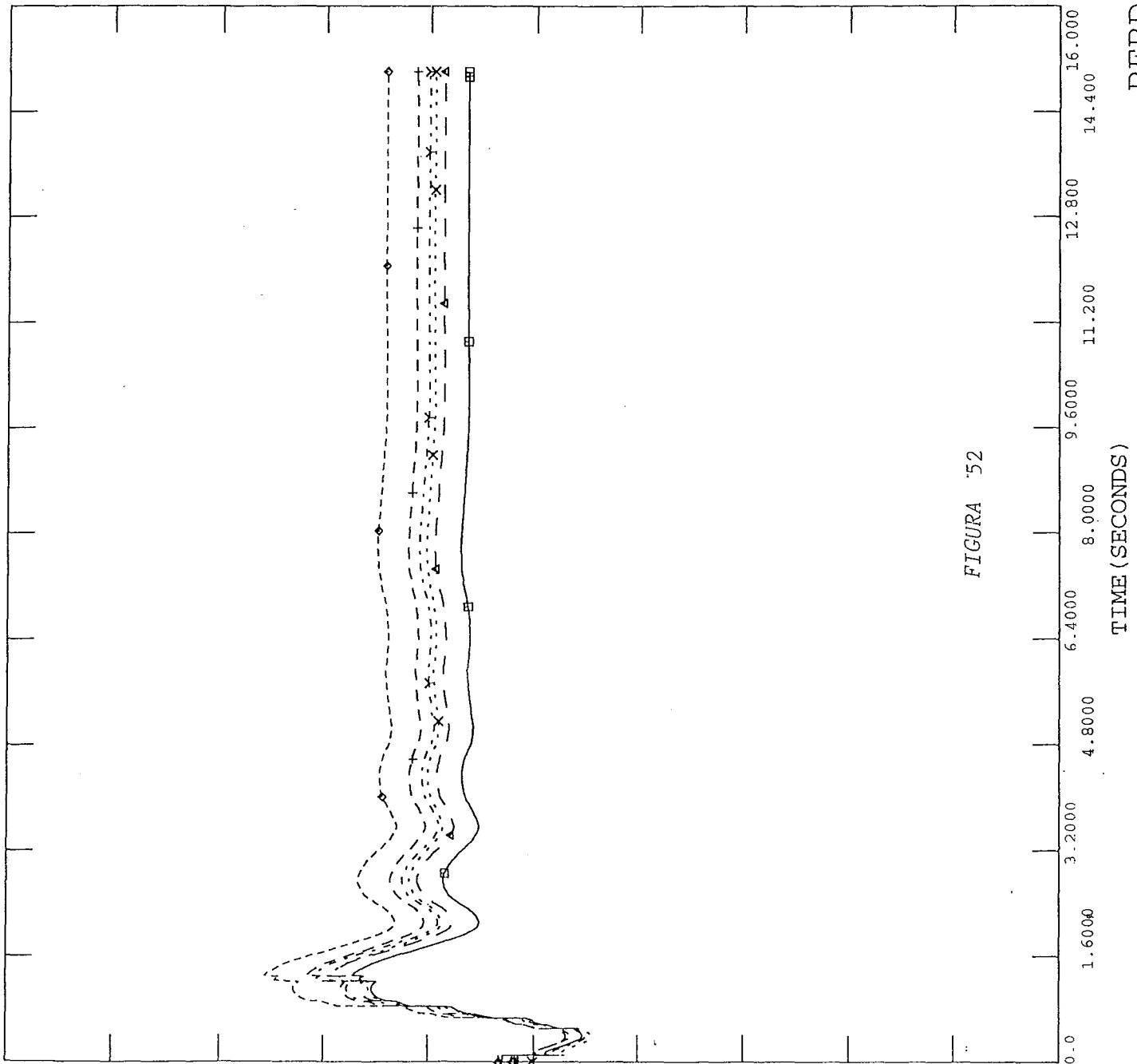


WED, DEC 09 1992 12:56
 PERDIDA BARCAZAS+EGAS-6

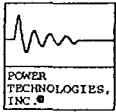


***DATOS INDE, DEMANDA MEDIA 1993 - INDE93MD.DAT
 **ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA -

FILE: caso6		
CHNL# 185: [V-MULUA69]		
1.3000	----->	0.70000
CHNL# 182: [V-CENT1]		
1.3000	x-----x	0.70000
CHNL# 179: [V-GS691]		
1.3000	+-----+	0.70000
CHNL# 177: [V-GN691]		
1.3000	o-----o	0.70000
CHNL# 174: [V-ESC691]		
1.3000	^-----^	0.70000
CHNL# 170: [V-CHIXO1]		
1.3000	□-----□	0.70000



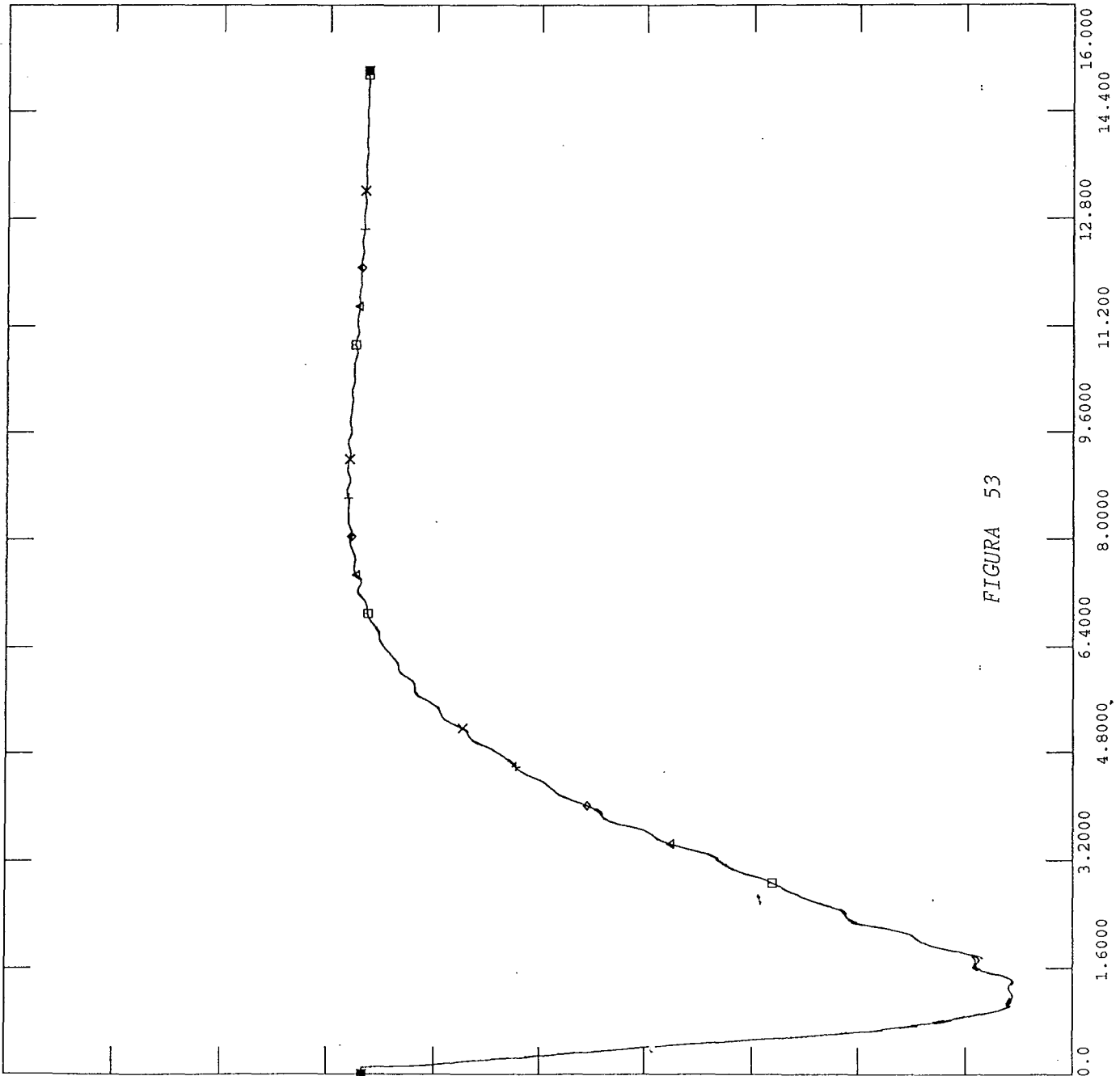
WED, DEC 09 1992 13:05
 PERDIDA BARCAZAS+EGAS-6



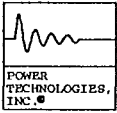
***DATOS INDE, DEMANDA MEDIA 1993 - INDE93MD.DAT
 **ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA -

FILE: caso7

61.000	CHNL# 159: $60 * (1 + [\text{FRQ-ESC691}])$	x - - - - - x	58.000
61.000	CHNL# 164: $60 * (1 + [\text{FRQ-GS691}])$	+ - - - - +	58.000
61.000	CHNL# 162: $60 * (1 + [\text{FRQ-GN691}])$	◇ - - - - ◇	58.000
61.000	CHNL# 155: $60 * (1 + [\text{FRQ-CHIXO1}])$	← - - - - →	58.000
61.000	CHNL# 154: $60 * (1 + [\text{FRQ-AGUACA}])$	□ - - - - □	58.000



WED, DEC 09 1992 13:13
 PERDIDA BARC+EGAS6+EVAP2



***DATOS INDE, DEMANDA MEDIA 1993 - INDE93MD.DAT
 **ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA -

FILE: caso7
 CHNL# 185: [V-MULUA69]

1.3000 0.70000

CHNL# 182: [V-CENT1]

1.3000 0.70000

CHNL# 179: [V-GS691]

1.3000 0.70000

CHNL# 177: [V-GN691]

1.3000 0.70000

CHNL# 174: [V-ESC691]

1.3000 0.70000

CHNL# 170: [V-CHIXO1]

1.3000 0.70000

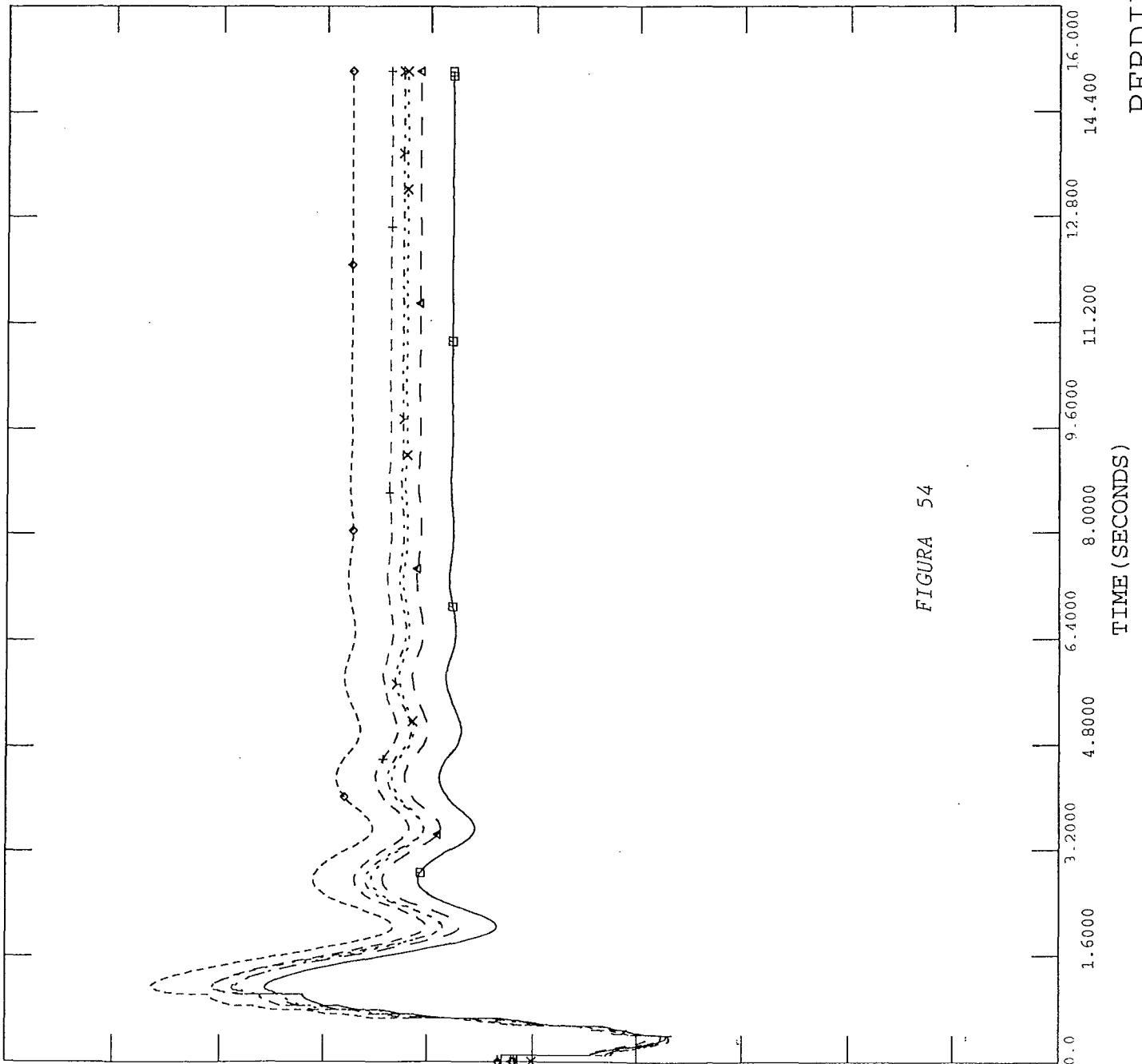
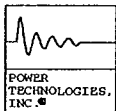


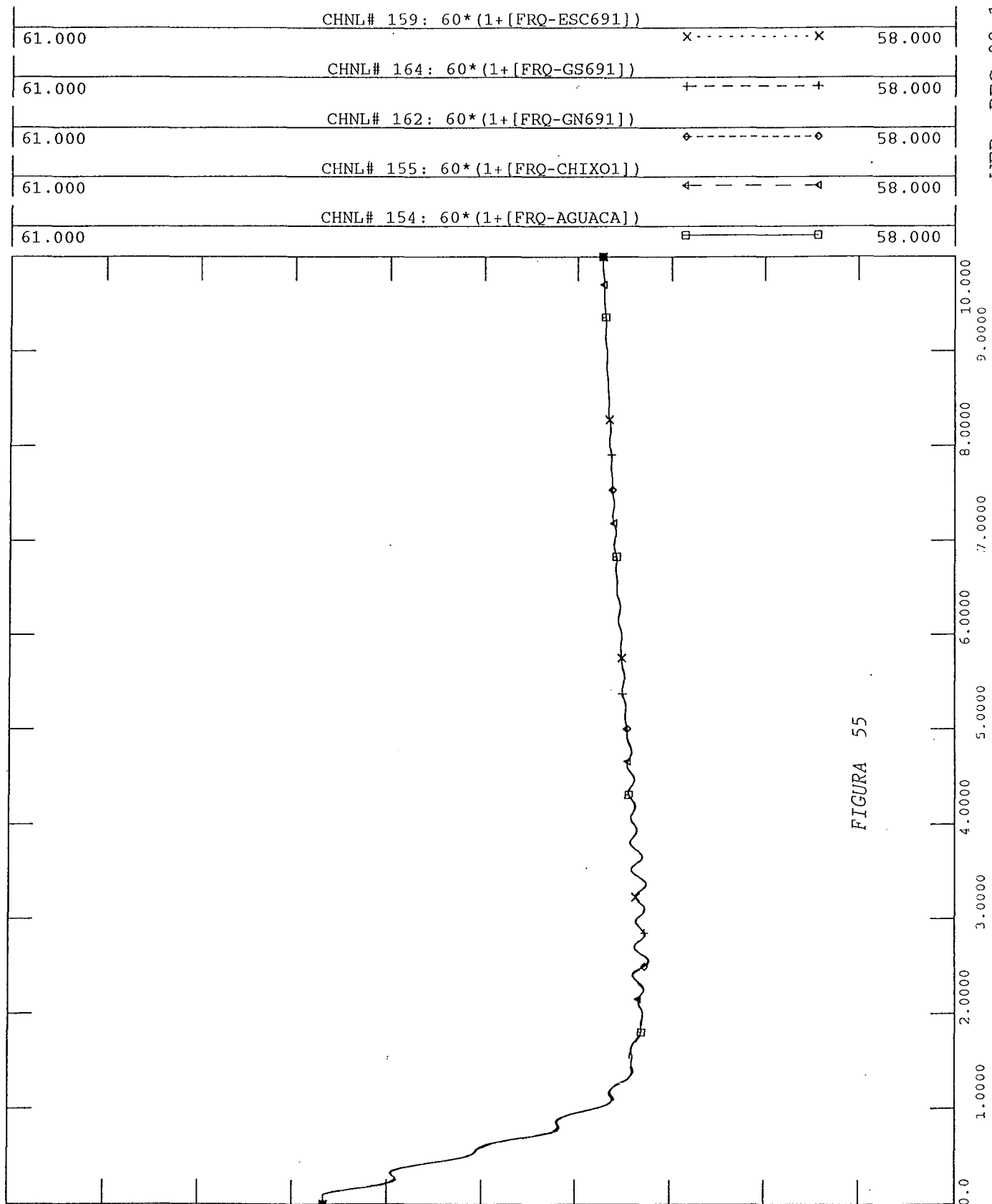
FIGURA 54

WED, DEC 09 1992 13:14
 PERDIDA BARC+EGAS6+EVAP2

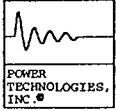


***DATOS INDE, DEMANDA MINIMA 1993 - INDE93MN.DAT
 **ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA -

FILE: caso8



WED, DEC 09 1992 14:00
 PERDIDA UNA BARCAZA

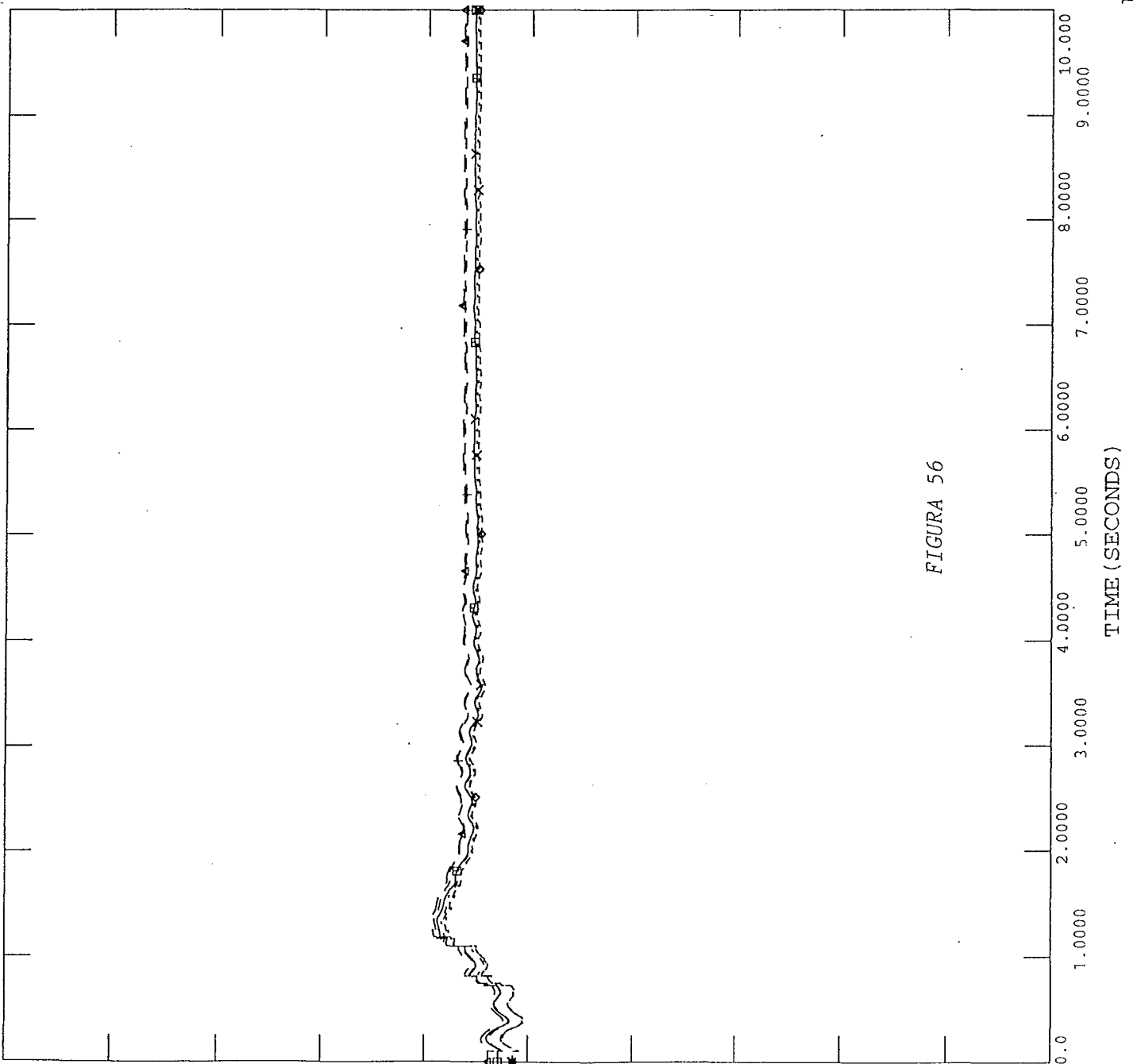


***DATOS INDE, DEMANDA MINIMA 1993 - INDE93MN.DAT
 **ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA -

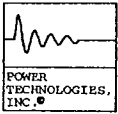
FILE: caso8
 CHNL# 185: [V-MULUA69]

1.3000	>----->	0.70000
1.3000	X-----X	0.70000
1.3000	+-----+	0.70000
1.3000	◇-----◇	0.70000
1.3000	←-----→	0.70000
1.3000	□-----□	0.70000

CHNL# 170: [V-CHIXO1]



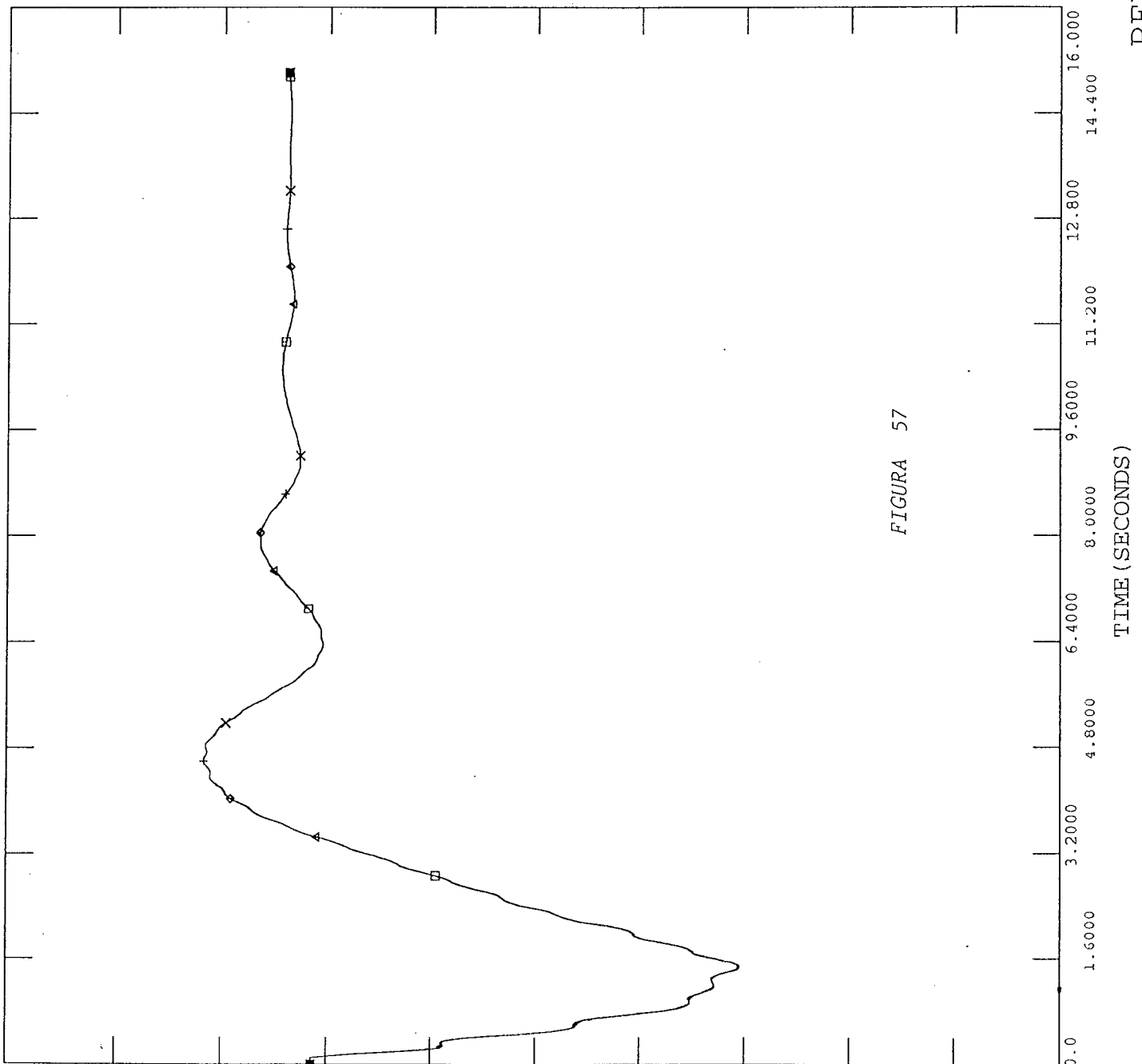
WED, DEC 09 1992 14:08
 PERDIDA UNA BARCAZA



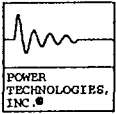
***DATOS INDE, DEMANDA MINIMA 1993 - INDE93MN.DAT
 **ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA -

FILE: caso11

61.000	CHNL# 159: $60 * (1 + [\text{FRQ-ESC691}])$	x - - - - - x	57.500
61.000	CHNL# 164: $60 * (1 + [\text{FRQ-GS691}])$	+ - - - - +	57.500
61.000	CHNL# 162: $60 * (1 + [\text{FRQ-GN691}])$	◇ - - - - ◇	57.500
61.000	CHNL# 155: $60 * (1 + [\text{FRQ-CHIXO1}])$	← - - - - →	57.500
61.000	CHNL# 154: $60 * (1 + [\text{FRQ-AGUACA}])$	□ - - - - □	57.500

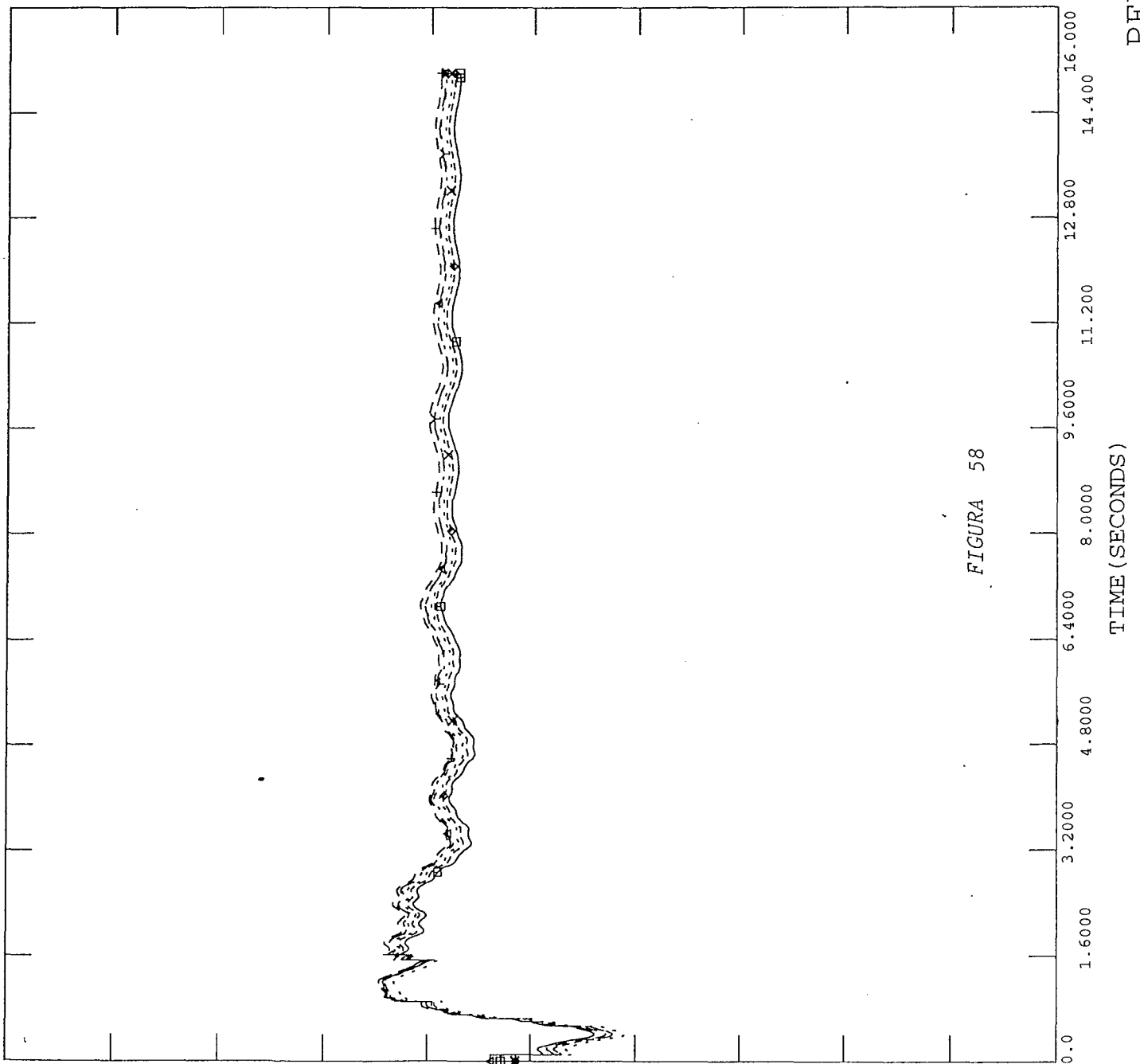


WED, DEC 09 1992 15:05
 PERDIDA BARC1+LV3+LG3

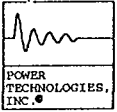


***DATOS INDE, DEMANDA MINIMA 1993 - INDE93MN.DAT
 **ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA -

FILE: caso11			
1.3000	CHNL# 185: [V-MULUA69]	→-----→	0.70000
1.3000	CHNL# 182: [V-CENT1]	x-----x	0.70000
1.3000	CHNL# 179: [V-GS691]	+-----+	0.70000
1.3000	CHNL# 177: [V-GN691]	◆-----◆	0.70000
1.3000	CHNL# 174: [V-ESC691]	←-----→	0.70000
1.3000	CHNL# 170: [V-CHIX01]	□-----□	0.70000

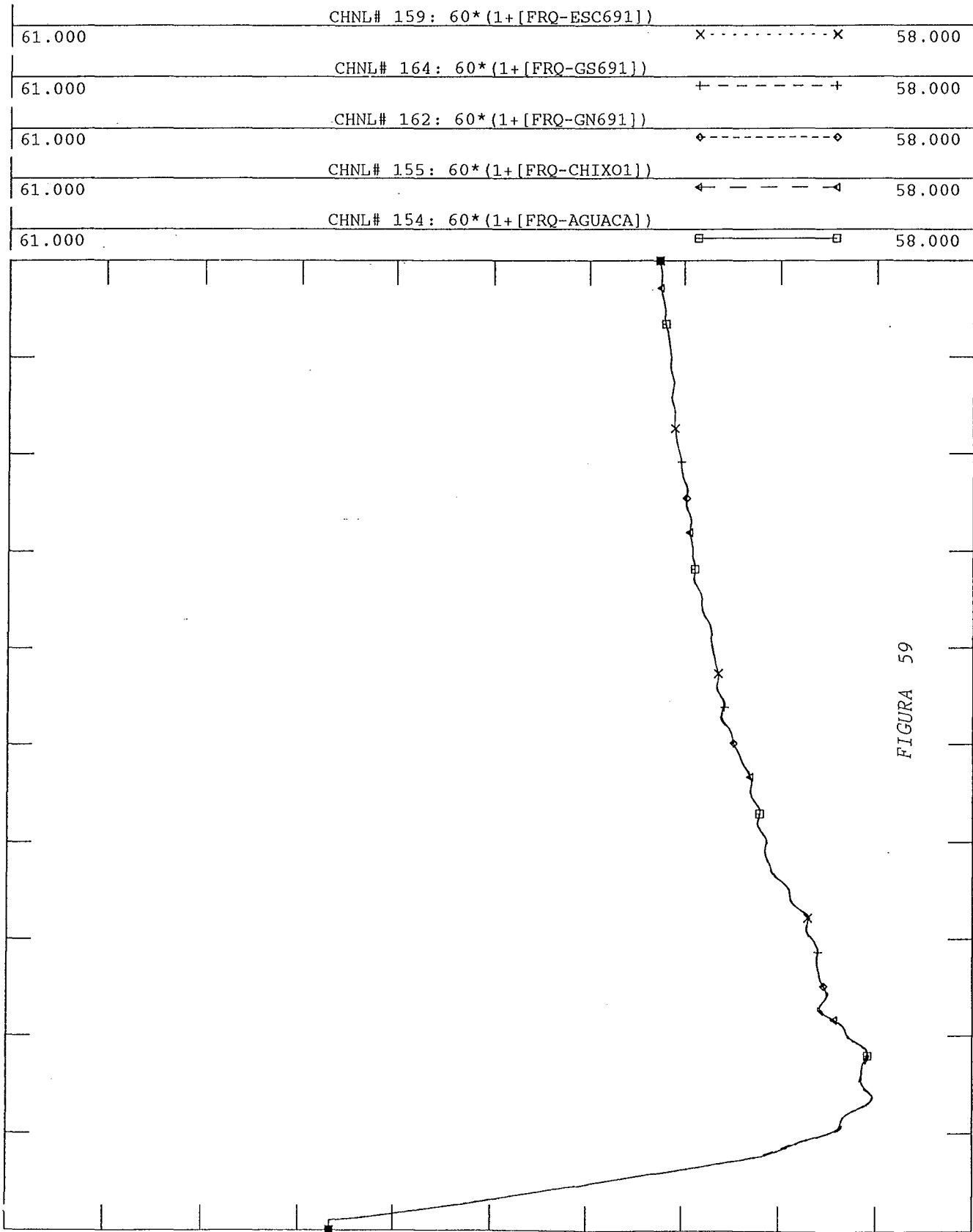


WED, DEC 09 1992 15:00
 PERDIDA BARC1+LV3+LG3

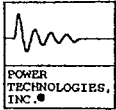


***DATOS INDE, DEMANDA MINIMA 1993 - INDE93MN.DAT
 **ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA -

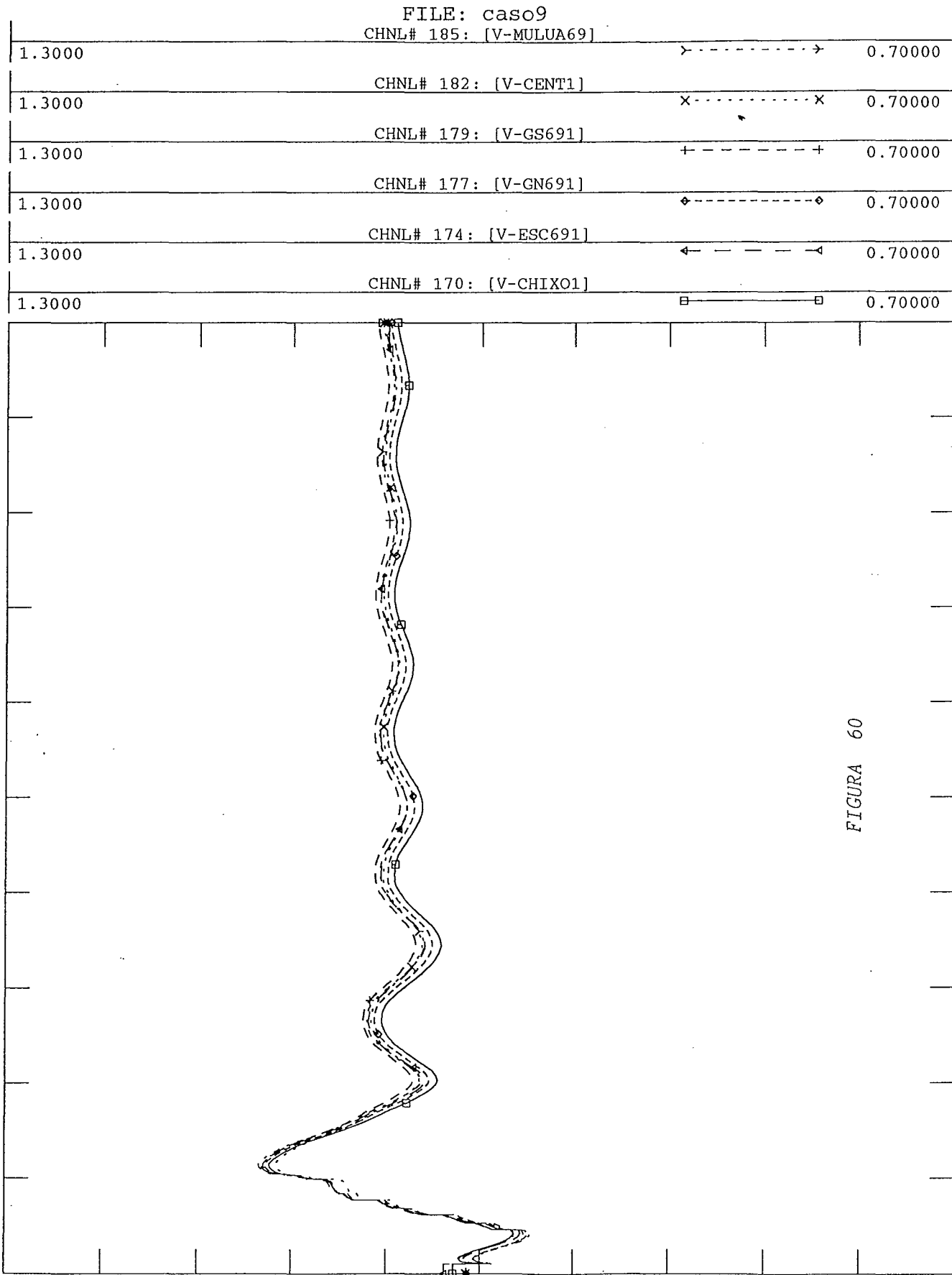
FILE: caso9



WED, DEC 09 1992 14:13
 PERDIDA DOS BARCAZAS



***DATOS INDE, DEMANDA MINIMA 1993 - INDE93MN.DAT
 **ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA -



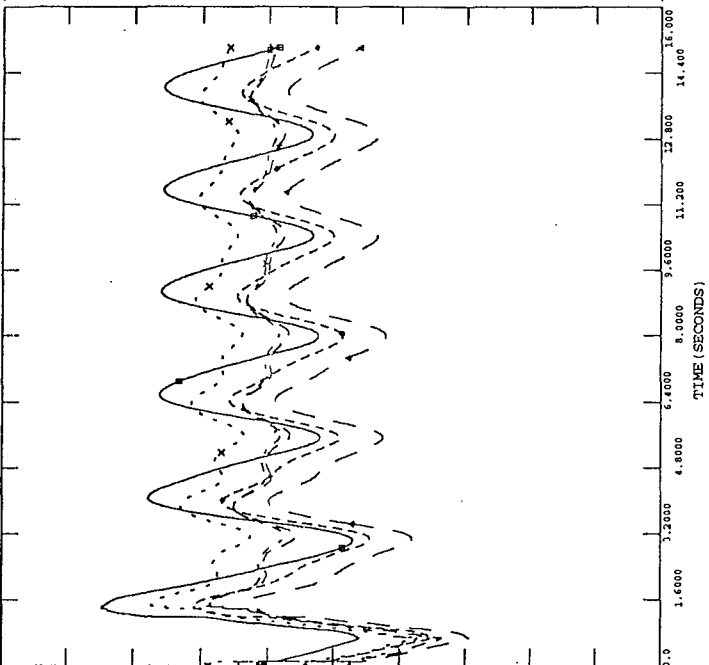
WED, DEC 09 1992 14:09
 PERDIDA DOS BARCAZAS



INTERCONEXION INDE-CEL DEMANDA MAXIMA 1993 CASO1.DAT
FLUJO EN EL ENLACE 30 MW CEL->INDE

FILE: caso1.bin
CHNL# 464: [V-CENT1]

1.2000	CHNL# 457: [V-GN691]	0.70000
1.2000	CHNL# 454: [V-ESC691]	0.70000
1.2000	CHNL# 215: [VOLT SANT-23]	0.70000
1.2000	CHNL# 217: [VOLT NEJA-23]	0.70000
1.2000	CHNL# 213: [VOLT SOYA-23]	0.70000



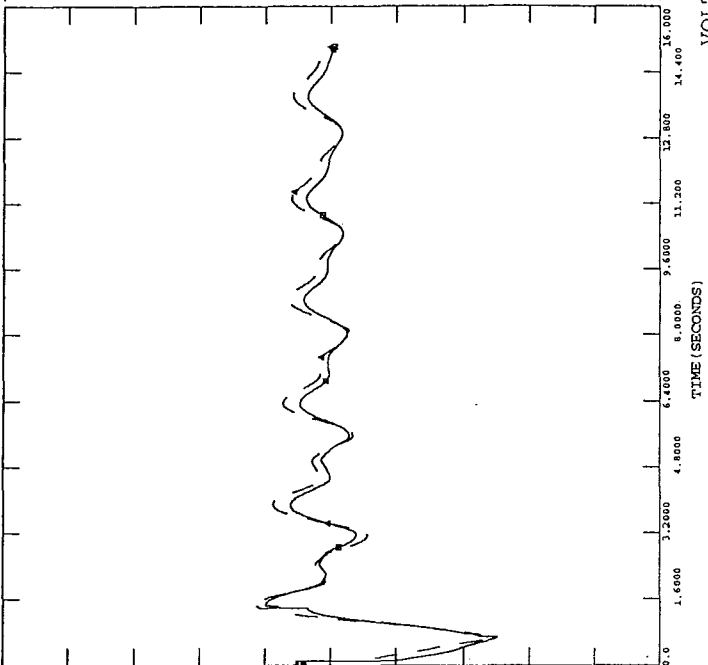
THU, DEC 10 1992 07:38
VOLTAJES CASO1



INTERCONEXION INDE-CEL DEMANDA MAXIMA 1993 CASO1.DAT
FLUJO EN EL ENLACE 30 MW CEL->INDE

FILE: caso1.bin

1.2000	CHNL# 502: [V-AHUA-230]	0.70000
1.2000	CHNL# 456: [V-GE231]	0.70000



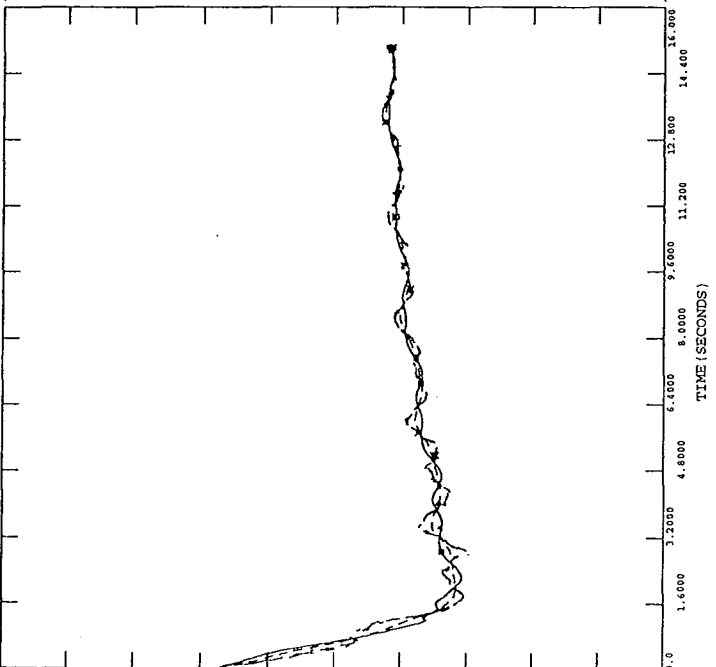
THU, DEC 10 1992 07:38
VOLTAJES INTERC. CASO1



INTERCONEXION INDE-CEL DEMANDA MAXIMA 1993 CASO1.DAT
FLUJO EN EL ENLACE 30 MW CEL->INDE

FILE: caso1.bin
CHNL# 416: 60°(1.[PRO-LAGUNA])

61.000	CHNL# 431: 60°(1.[PRO-GUATE2])	58.000
61.000	CHNL# 427: 60°(1.[PRO-CENT1])	58.000
61.000	CHNL# 165: 60°(1.[PRO-AHUA-46])	58.000
61.000	CHNL# 174: 60°(1.[PRO-SANT-23])	58.000
61.000	CHNL# 166: 60°(1.[PRO-SOYA-46])	58.000



THU, DEC 10 1992 07:38
FRECUENCIAS CASO1

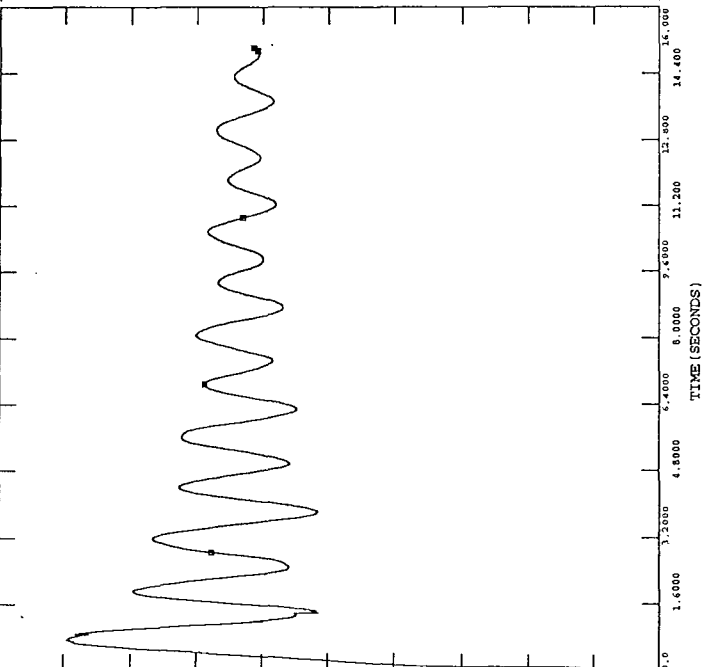


INTERCONEXION INDE-CEL DEMANDA MAXIMA 1993 CASO1.DAT
FLUJO EN EL ENLACE 30 MW CEL->INDE

FILE: caso1.bin

Figura 61

250.00	CHNL# 247: [AHUA-GE231] (1)	0.0
--------	-----------------------------	-----



THU, DEC 10 1992 07:38
FLUJO ENLACE CASO1

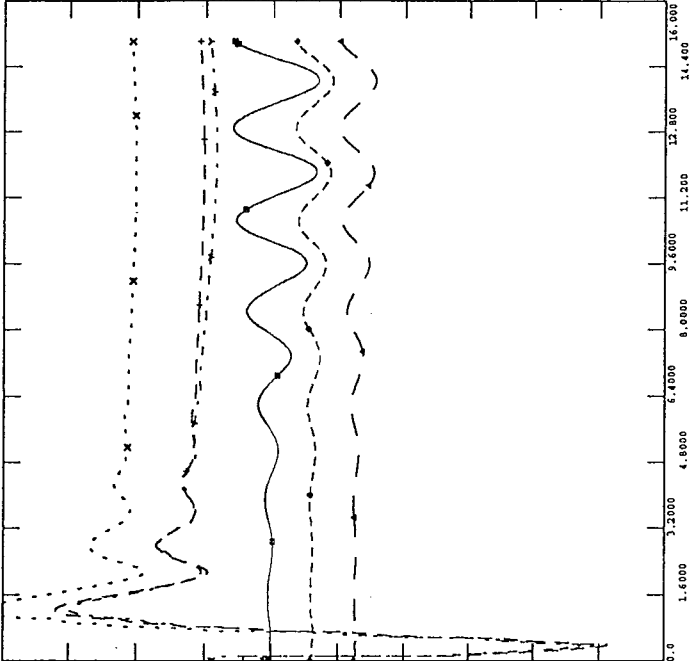


INTERCONEXION INDE-CEL DEMANDA MAXIMA 1993 CASO1.DAT
PLUJO EN EL ENLACE 30 MW CEL->INDE

FILE: caso2.bin
CHNL# 464: [V-CENT1]

1.2000	CHNL# 457: [V-GN6911]	0.70000
1.2000	CHNL# 454: [V-ESC6911]	0.70000
1.2000	CHNL# 215: [VOLT SANT-23]	0.70000
1.2000	CHNL# 217: [VOLT NEJA-23]	0.70000
1.2000	CHNL# 213: [VOLT SOYA-23]	0.70000

THU, DEC 10 1992 07:56
VOLTAJES CASO2

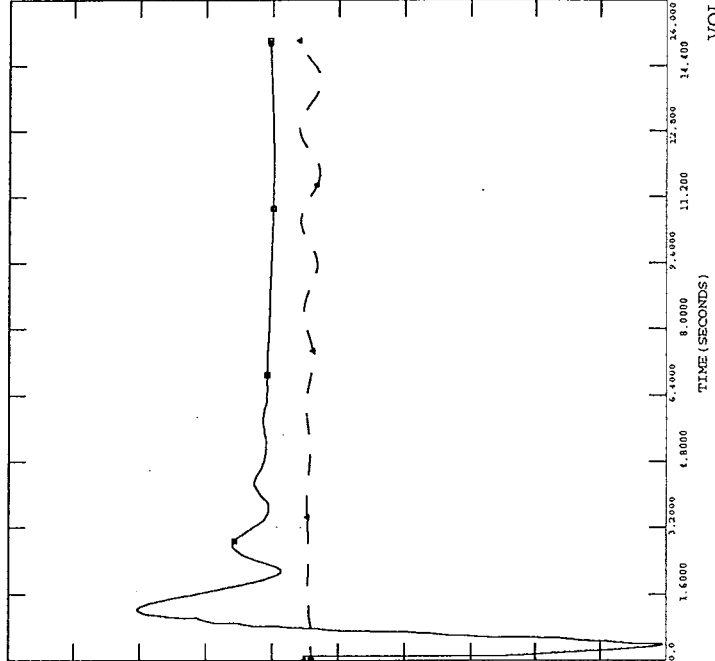


INTERCONEXION INDE-CEL DEMANDA MAXIMA 1993 CASO1.DAT
PLUJO EN EL ENLACE 30 MW CEL->INDE

FILE: caso2.bin

1.2000	CHNL# 502: [V-AHUA-230]	0.70000
1.2000	CHNL# 456: [V-GE2311]	0.70000

THU, DEC 10 1992 07:56
VOLTAJES INTERC. CASO2

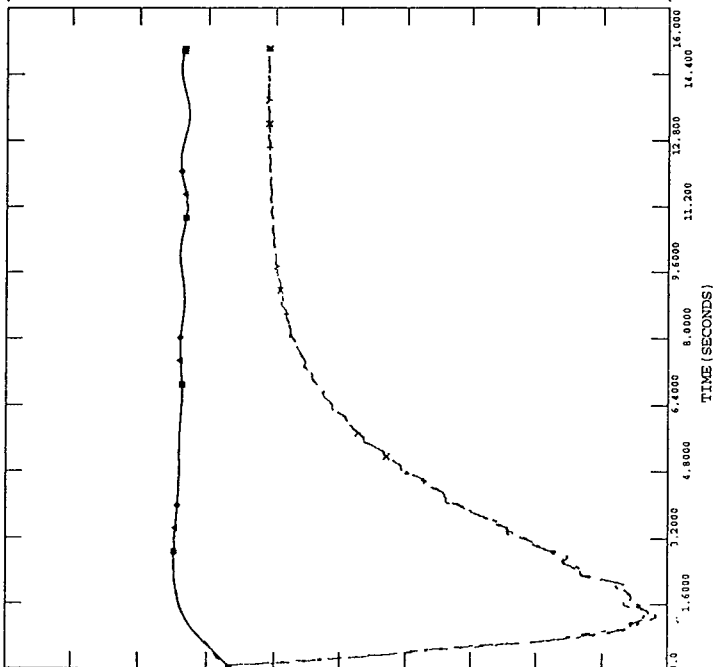


INTERCONEXION INDE-CEL DEMANDA MAXIMA 1993 CASO1.DAT
PLUJO EN EL ENLACE 30 MW CEL->INDE

FILE: caso2.bin
CHNL# 416: 60° (1+ [PRO-LAGUNA])

61.000	CHNL# 431: 60° (1+ [PRO-GUATE2])	58.000
61.000	CHNL# 427: 60° (1+ [PRO-CENT1])	58.000
61.000	CHNL# 355: 60° (1+ [PRO-AHUA-46])	58.000
61.000	CHNL# 174: 60° (1+ [PRO-SANT-23])	58.000
61.000	CHNL# 166: 60° (1+ [PRO-SOYA-46])	58.000

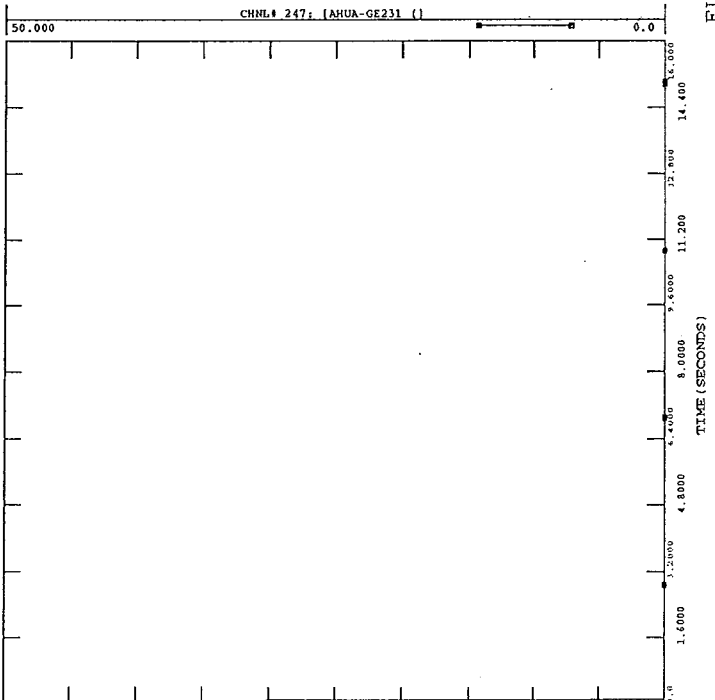
THU, DEC 10 1992 07:56
FRECUENCIAS CASO2



INTERCONEXION INDE-CEL DEMANDA MAXIMA 1993 CASO1.DAT
PLUJO EN EL ENLACE 30 MW CEL->INDE

FILE: caso2.bin

Figura 62



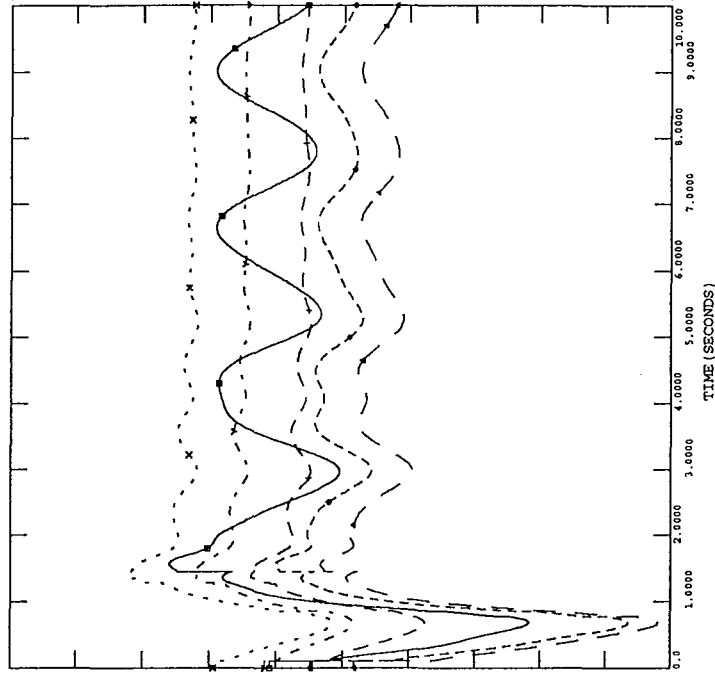
THU, DEC 10 1992 07:56
FLUJO ENLACE CASO2



INTERCONEXION INDE - CEL DEMANDA MAXIMA 1993 CASO3.DAT
FLUJO EN EL ENLACE 30 MW DE INDE HACIA CEL

FILE: caso3.bin

1.2000	CHNL# 464: [V-CENT1]	0.70000
1.2000	CHNL# 457: [V-GN6211]	0.70000
1.2000	CHNL# 456: [V-GE2311]	0.70000
1.2000	CHNL# 215: [VOLT SANT-23]	0.70000
1.2000	CHNL# 217: [VOLT NEJA-23]	0.70000
1.2000	CHNL# 213: [VOLT SOYA-23]	0.70000

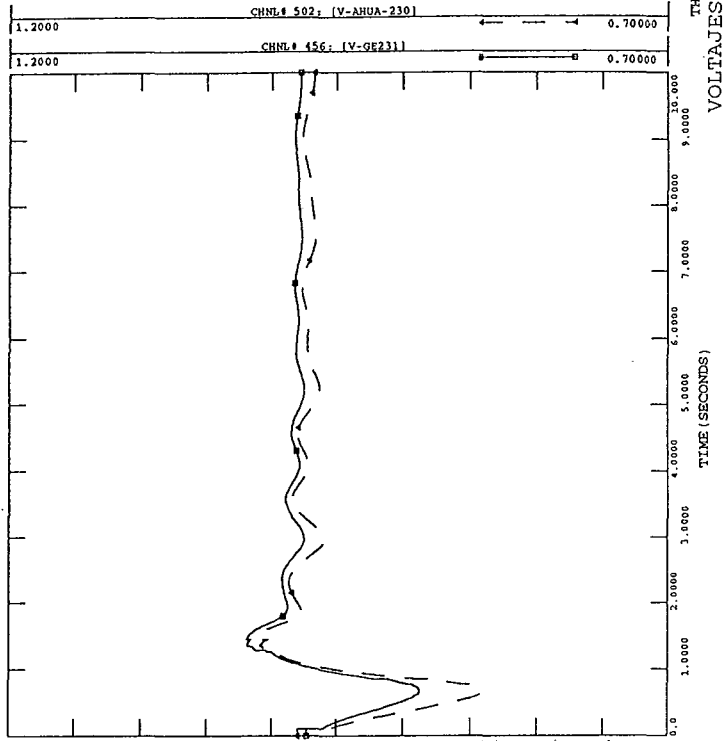


THU, DEC 10 1992 07:25
VOLTAJES CASO3



INTERCONEXION INDE - CEL DEMANDA MAXIMA 1993 CASO3.DAT
FLUJO EN EL ENLACE 30 MW DE INDE HACIA CEL

FILE: caso3.bin



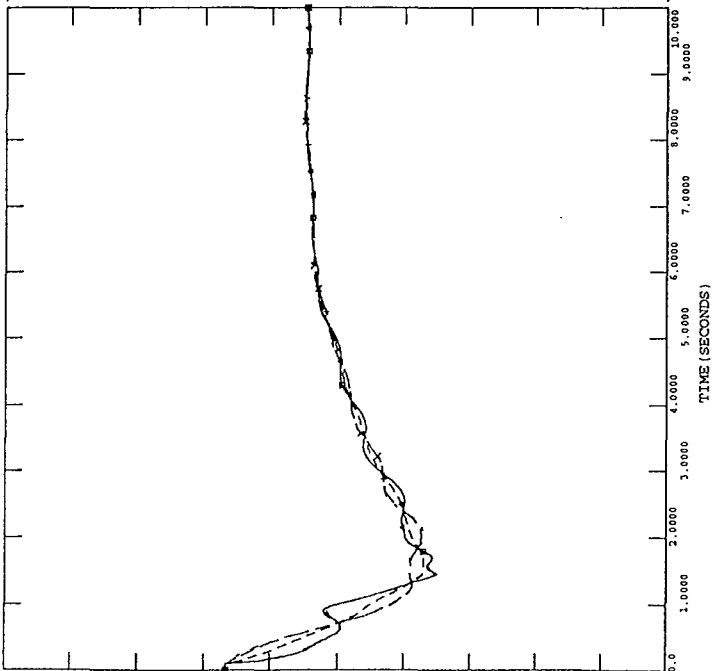
THU, DEC 10 1992 07:25
VOLTAJES INTERC. CASO3



INTERCONEXION INDE - CEL DEMANDA MAXIMA 1993 CASO3.DAT
FLUJO EN EL ENLACE 30 MW DE INDE HACIA CEL

FILE: caso3.bin

61.000	CHNL# 416: 60° (1. [PRO-LAGUNA])	58.000
61.000	CHNL# 435: 60° (1. [PRO-MIXCO])	58.000
61.000	CHNL# 427: 60° (1. [PRO-CENT1])	58.000
61.000	CHNL# 165: 60° (1. [PRO-AHUA-461])	58.000
61.000	CHNL# 174: 60° (1. [PRO-SANT-23])	58.000
61.000	CHNL# 166: 60° (1. [PRO-SOYA-46])	58.000



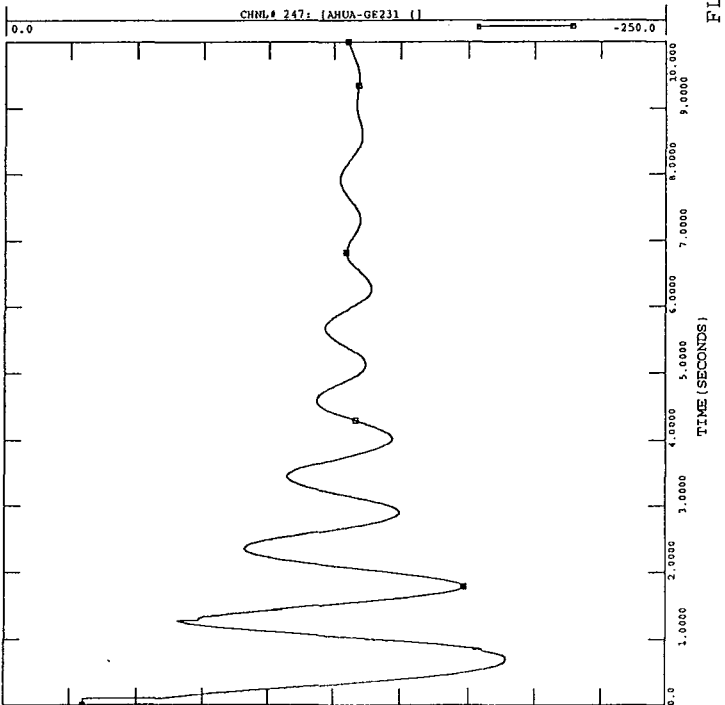
THU, DEC 10 1992 07:25
FRECUENCIAS CASO3



INTERCONEXION INDE - CEL DEMANDA MAXIMA 1993 CASO3.DAT
FLUJO EN EL ENLACE 30 MW DE INDE HACIA CEL

FILE: caso3.bin

Figura 63

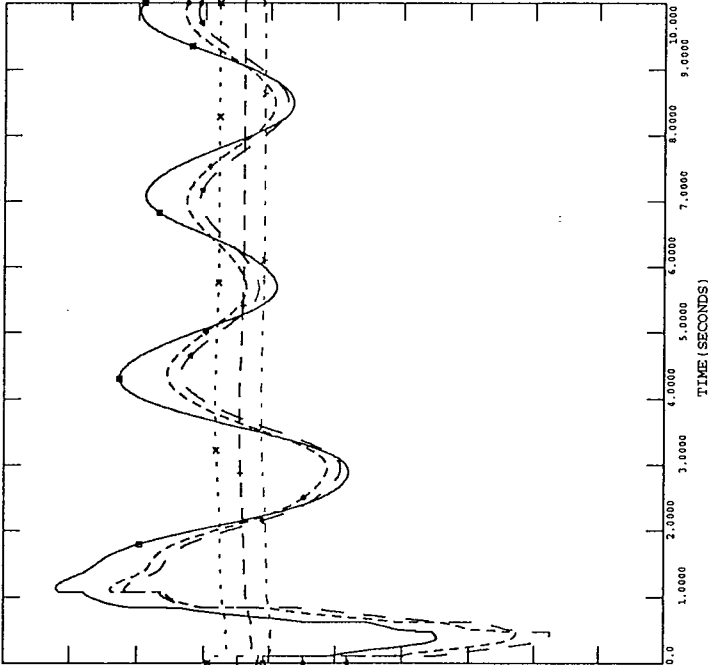
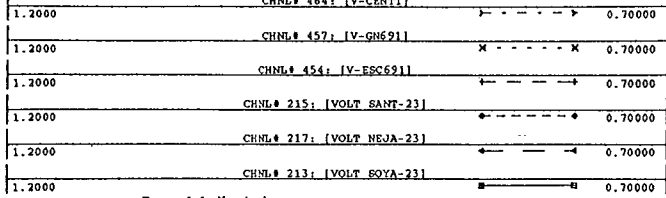


THU, DEC 10 1992 07:25
FLUJO ENLACE CASO3



INTERCONEXION INDE - CEL DEMANDA MAXIMA 1993 CASO3.DAT
FLUJO EN EL ENLACE 30 MW DE INDE HACIA CEL

FILE: caso4.bin
CHNL# 464: [V-CENT1]

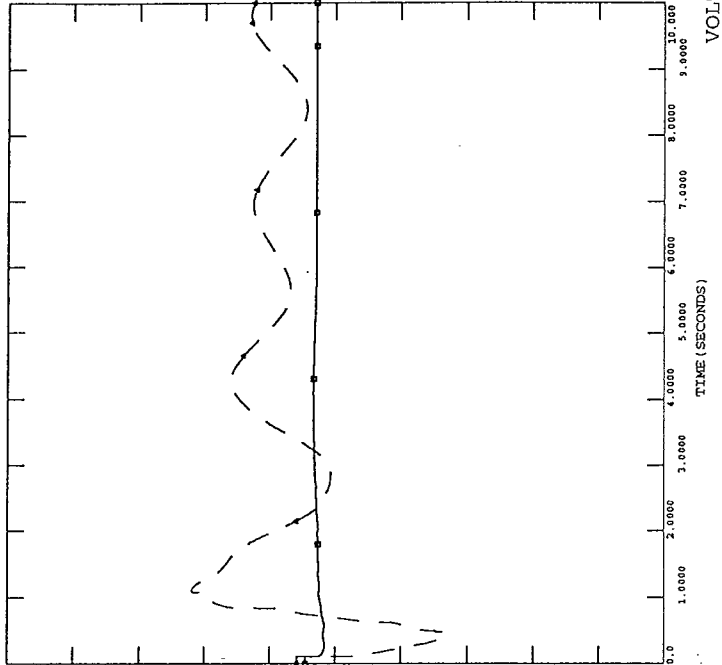
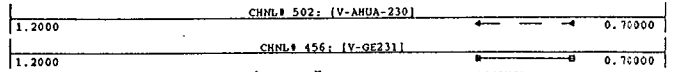


THU, DEC 10 1992 07:49
VOLTAJES CASO4



INTERCONEXION INDE - CEL DEMANDA MAXIMA 1993 CASO3.DAT
FLUJO EN EL ENLACE 30 MW DE INDE HACIA CEL

FILE: caso4.bin

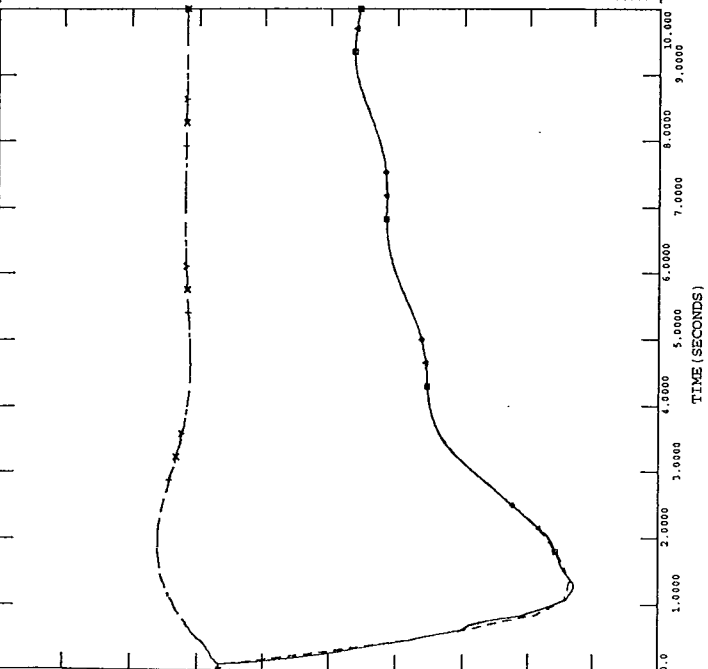
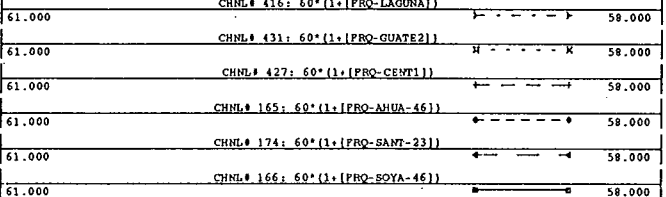


THU, DEC 10 1992 07:49
VOLTAJES INTERC. CASO4



INTERCONEXION INDE - CEL DEMANDA MAXIMA 1993 CASO3.DAT
FLUJO EN EL ENLACE 30 MW DE INDE HACIA CEL

FILE: caso4.bin
CHNL# 416: 60°(1-[PRO-LAGUNA])



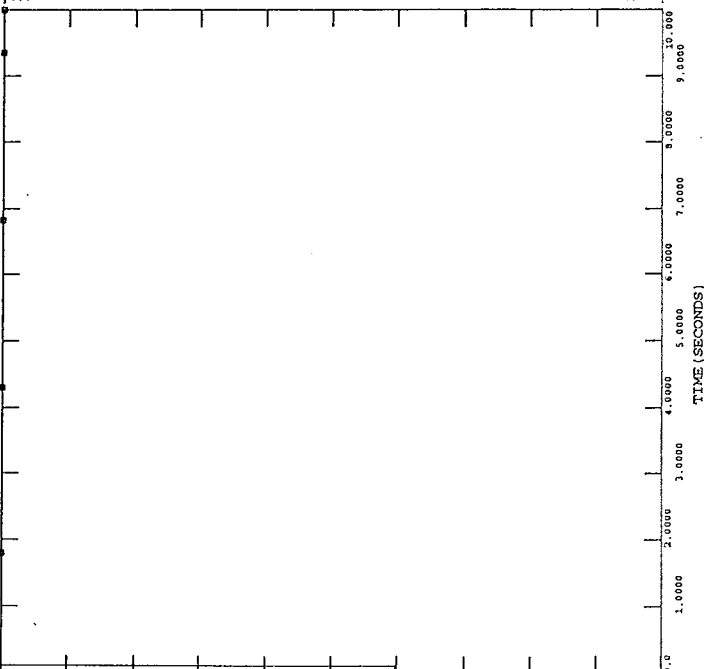
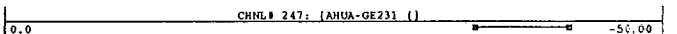
THU, DEC 10 1992 07:49
FRECUENCIAS CASO4



INTERCONEXION INDE - CEL DEMANDA MAXIMA 1993 CASO3.DAT
FLUJO EN EL ENLACE 30 MW DE INDE HACIA CEL

FILE: caso4.bin

Figura 64



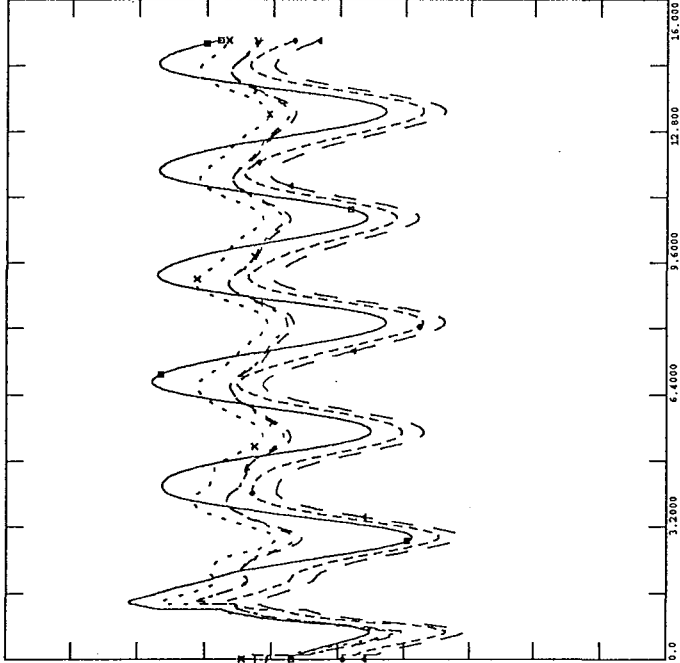
THU, DEC 10 1992 07:49
FLUJO ENLACE CASO4



SISTEMA DE GUATEMALA DEMANDA MEDIA 1993
CASO5

FILE: caso5.bin
CHNL# 464: [V-CENT1]

1.2000	CHNL# 457: [V-GH691]	0.70000
1.2000	CHNL# 454: [V-ESC691]	0.70000
1.2000	CHNL# 215: [VOLT SANT-23]	0.70000
1.2000	CHNL# 217: [VOLT NEJA-23]	0.70000
1.2000	CHNL# 213: [VOLT SOYA-23]	0.70000



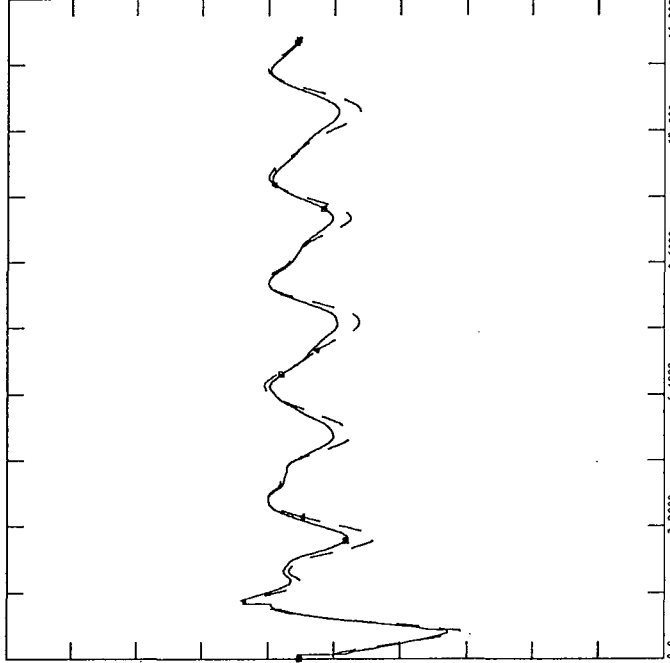
THU, DEC 10 1992 11:04
VOLTAJES CASO5



SISTEMA DE GUATEMALA DEMANDA MEDIA 1993
CASO5

FILE: caso5.bin

1.2000	CHNL# 502: [V-AHUA-230]	0.70000
1.2000	CHNL# 456: [V-GE231]	0.70000



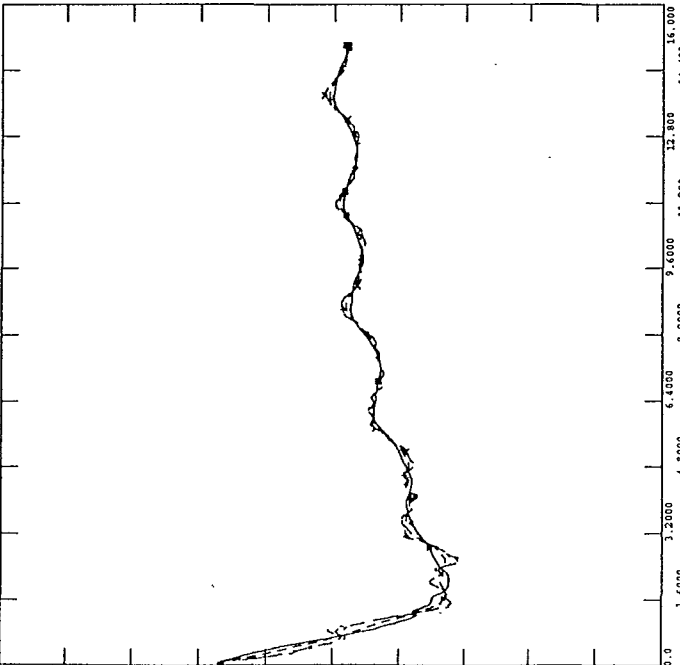
THU, DEC 10 1992 11:04
VOLTAJES INTERC. CASO5



SISTEMA DE GUATEMALA DEMANDA MEDIA 1993
CASO5

FILE: caso5.bin
CHNL# 416: 60*(1+[PRO-LAGUNA])

61.000	CHNL# 431: 60*(1+[PRO-GUATE2])	50.000
61.000	CHNL# 427: 60*(1+[PRO-CENT1])	50.000
61.000	CHNL# 165: 60*(1+[PRO-AHUA-46])	50.000
61.000	CHNL# 174: 60*(1+[PRO-SANT-23])	50.000
61.000	CHNL# 166: 60*(1+[PRO-SOYA-46])	50.000



THU, DEC 10 1992 11:04
FRECUENCIAS CASO5

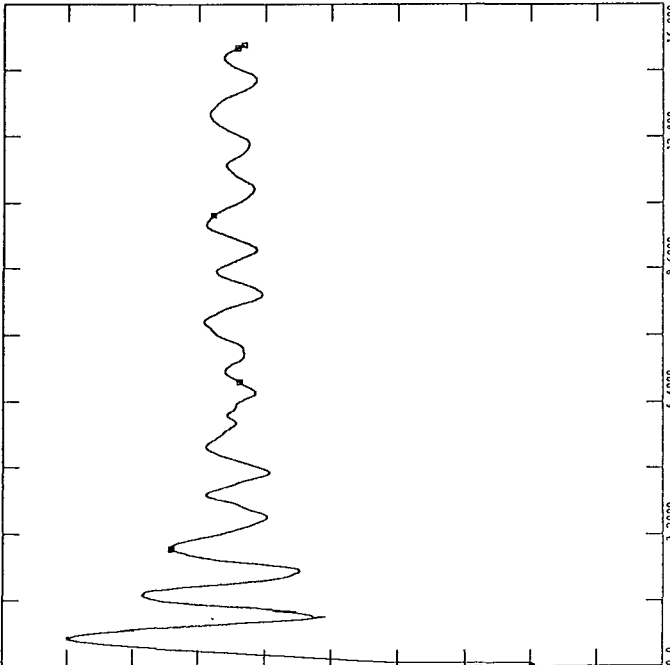


SISTEMA DE GUATEMALA DEMANDA MEDIA 1993
CASO5

FILE: caso5.bin

Figura 65

250.00	CHNL# 247: [AHUA-GE231]	0.0
--------	-------------------------	-----



THU, DEC 10 1992 11:04
FLUJO ENLACE CASO5



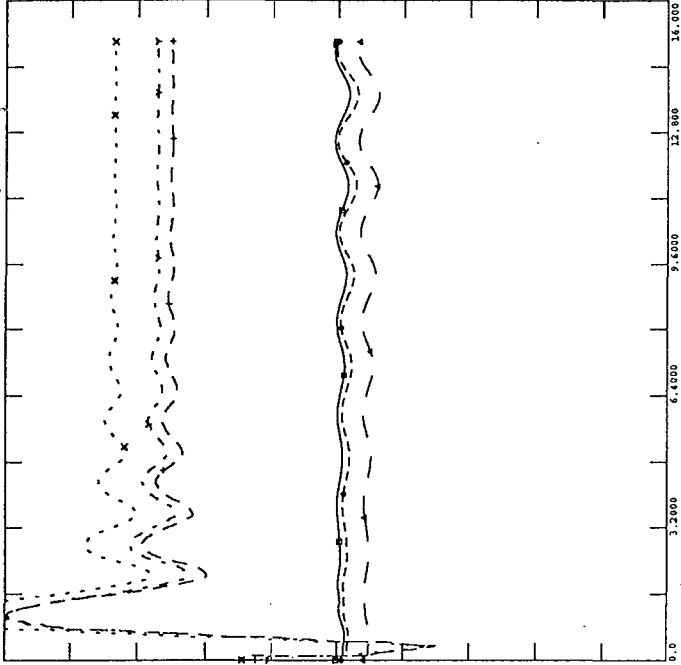
SISTEMA DE GUATEMALA DEMANDA MEDIA 1993
CASOS

FILE: caso6.bin
CHNL# 464: [V-CENT1]

1.2000	CHNL# 457: [V-GN621]	0.70000
1.2000	CHNL# 454: [V-ESC621]	0.70000
1.2000	CHNL# 215: [VOLT SANT-23]	0.70000
1.2000	CHNL# 217: [VOLT NEJA-23]	0.70000
1.2000	CHNL# 205: [VOLT SANA-46]	0.70000

THU, DEC 10 1992 11:32
VOLTAJES CASO6

TIME (SECONDS)



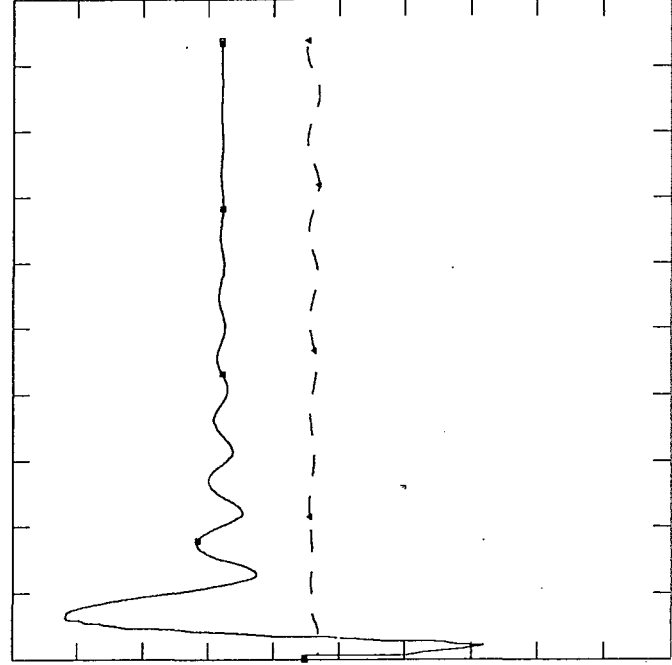
SISTEMA DE GUATEMALA DEMANDA MEDIA 1993
CASOS

FILE: caso6.bin

1.2000	CHNL# 502: [V-AHUA-230]	0.70000
1.2000	CHNL# 456: [V-GE231]	0.70000

THU, DEC 10 1992 11:32
VOLTAJES INTERC. CASO6

TIME (SECONDS)



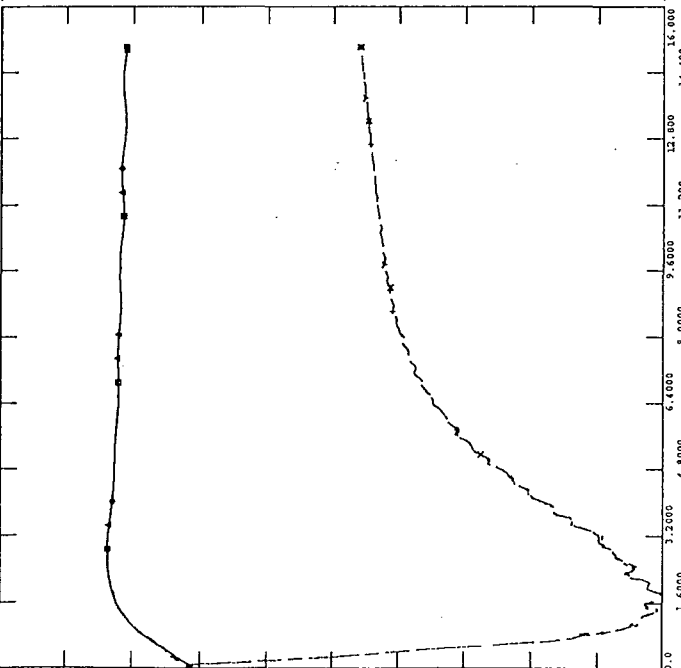
SISTEMA DE GUATEMALA DEMANDA MEDIA 1993
CASOS

FILE: caso6.bin
CHNL# 416: 60° (1. [PRO-LAGUNA])

61.000	CHNL# 431: 60° (1. [PRO-GUATE2])	57.500
61.000	CHNL# 427: 60° (1. [PRO-CENT1])	57.500
61.000	CHNL# 165: 60° (1. [PRO-AHUA-46])	57.500
61.000	CHNL# 174: 60° (1. [PRO-SANT-23])	57.500
61.000	CHNL# 166: 60° (1. [PRO-SOYA-46])	57.500

THU, DEC 10 1992 11:32
FRECUENCIAS CASO6

TIME (SECONDS)



SISTEMA DE GUATEMALA DEMANDA MEDIA 1993
CASOS

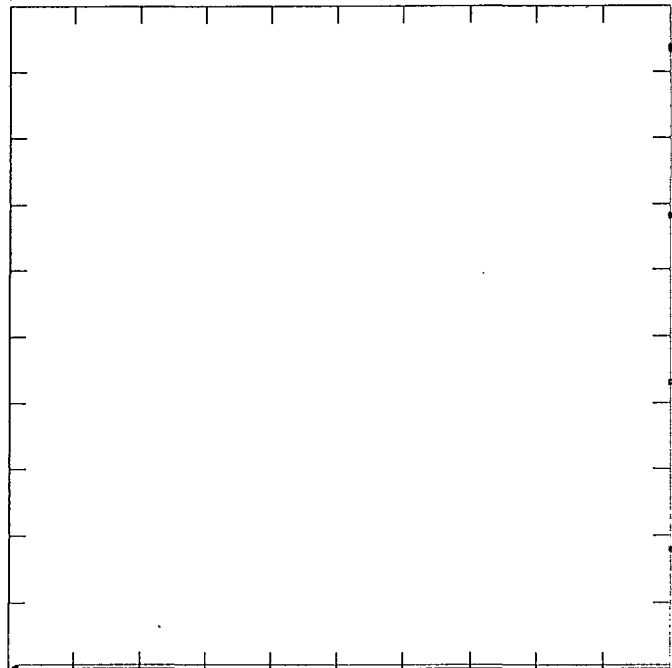
FILE: caso6.bin

Figura 66

50.000	CHNL# 247: [AHUA-GE231] (1)	0.0
--------	-----------------------------	-----

THU, DEC 10 1992 11:32
FLUJO ENLACE CASO6

TIME (SECONDS)

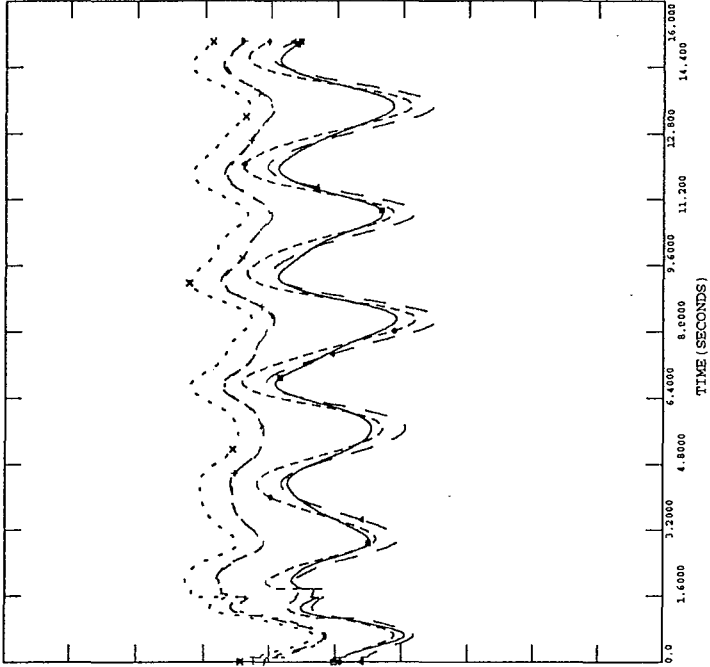




SISTEMA DE GUATEMALA DEMANDA MEDIA 1993
CASOS

FILE: caso7.bin
CHNL# 464: [V-CENT1]

1.2000	CHNL# 457: [V-GH691]	0.70000
1.2000	CHNL# 454: [V-ESC691]	0.70000
1.2000	CHNL# 215: [VOLT SANT-23]	0.70000
1.2000	CHNL# 217: [VOLT NEJA-23]	0.70000
1.2000	CHNL# 205: [VOLT SANA-46]	0.70000



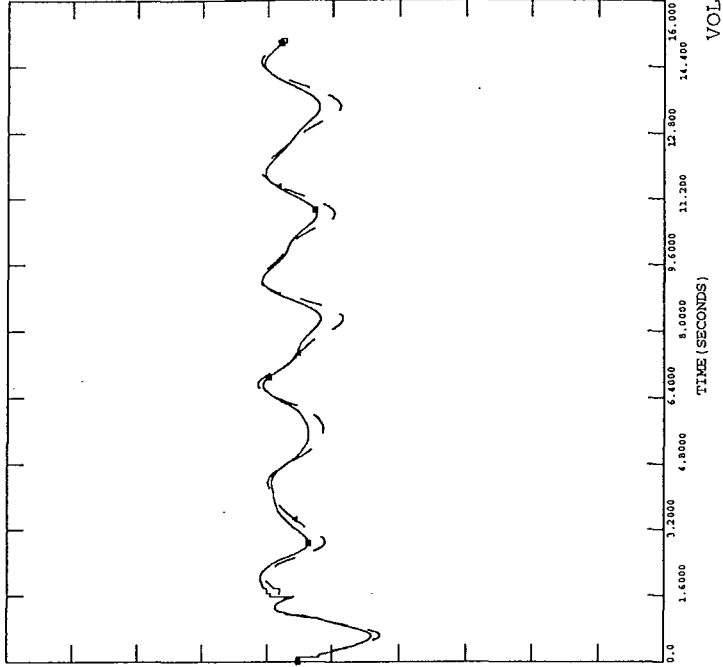
THU, DEC 10 1992 11:47
VOLTAJES CASO7



SISTEMA DE GUATEMALA DEMANDA MEDIA 1993
CASOS

FILE: caso7.bin

1.2000	CHNL# 502: [V-AHUA-230]	0.70000
1.2000	CHNL# 456: [V-GE231]	0.70000



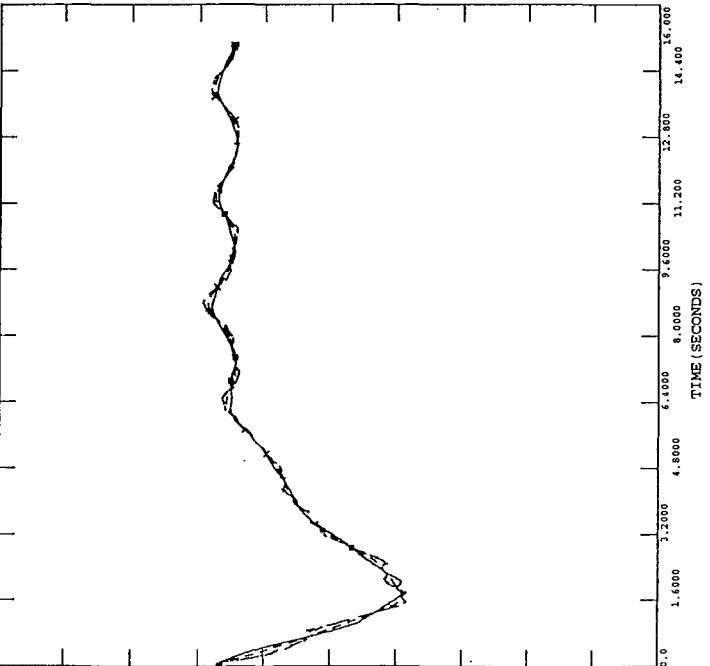
THU, DEC 10 1992 11:47
VOLTAJES INTERC. CASO7



SISTEMA DE GUATEMALA DEMANDA MEDIA 1993
CASOS

FILE: caso7.bin
CHNL# 416: 60° [1. (PRQ-LAGUNA)]

61.000	CHNL# 431: 60° [1. (PRQ-GUATE2)]	58.000
61.000	CHNL# 427: 60° [1. (PRQ-CENT1)]	58.000
61.000	CHNL# 65: 60° [1. (PRQ-AHUA-46)]	58.000
61.000	CHNL# 74: 60° [1. (PRQ-SANT-23)]	58.000
61.000	CHNL# 166: 60° [1. (PRQ-FOYA-46)]	58.000



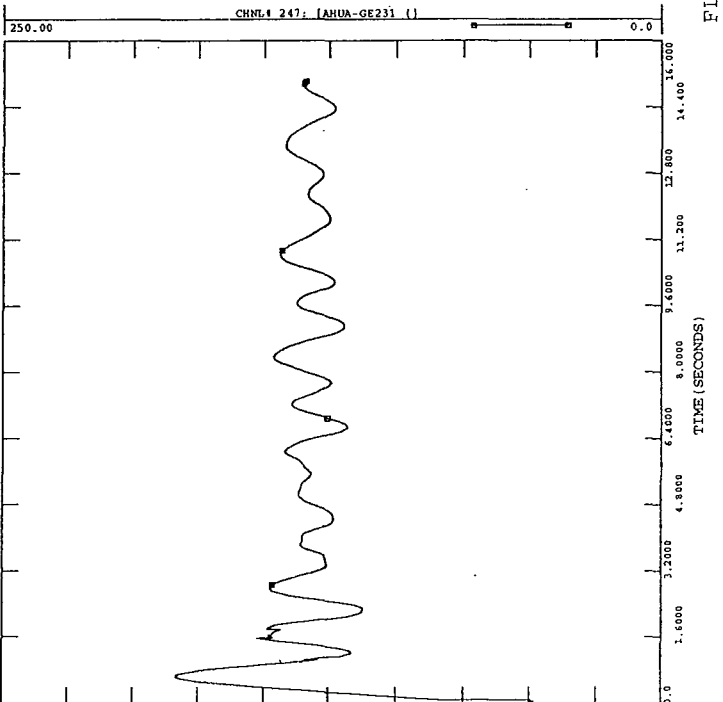
THU, DEC 10 1992 11:47
FRECUENCIAS CASO7



SISTEMA DE GUATEMALA DEMANDA MEDIA 1993
CASOS

FILE: caso7.bin

Figura 67



THU, DEC 10 1992 11:47
FLUJO ENLACE CASO7



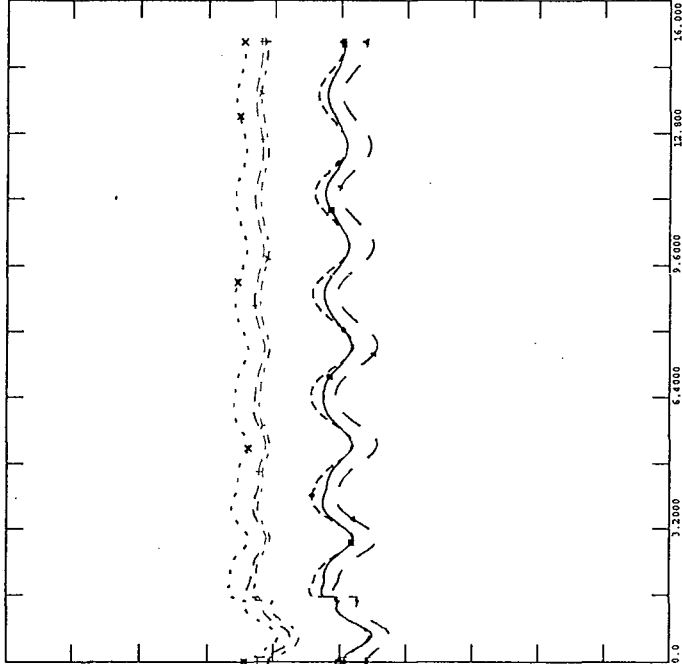
SISTEMA DE GUATEMALA DEMANDA MEDIA 1993
CASOS

FILE: caso8.bin

CHNL# 464: [V-CENT1]

1.2000	CHNL# 457: [V-QN691]	0.70000
1.2000	CHNL# 454: [V-ESC691]	0.70000
1.2000	CHNL# 215: [VOLT SANT-23]	0.70000
1.2000	CHNL# 217: [VOLT NEJA-23]	0.70000
1.2000	CHNL# 205: [VOLT SANA-46]	0.70000

THU, DEC 10 1992 11:55
VOLTAJES CASO8

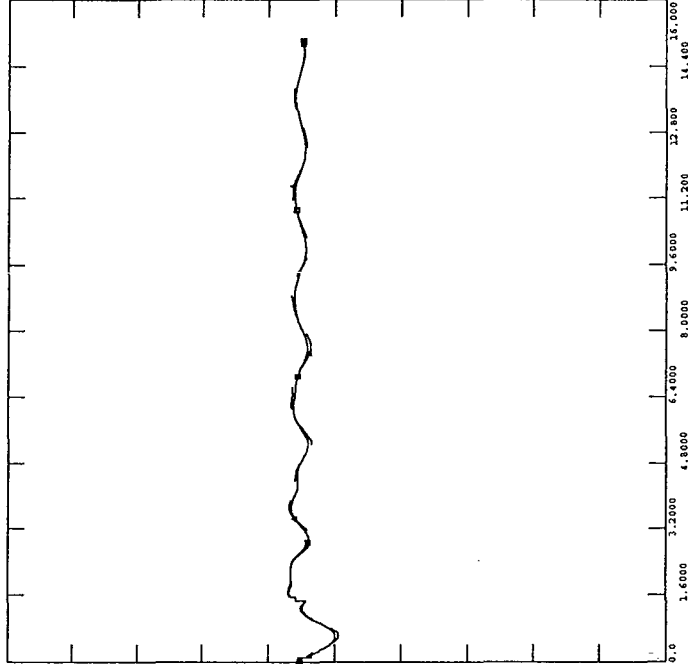


SISTEMA DE GUATEMALA DEMANDA MEDIA 1993
CASOS

FILE: caso8.bin

1.2000	CHNL# 502: [V-AHUA-230]	0.70000
1.2000	CHNL# 456: [V-GE231]	0.70000

THU, DEC 10 1992 11:55
VOLTAJES INTERC. CASO8



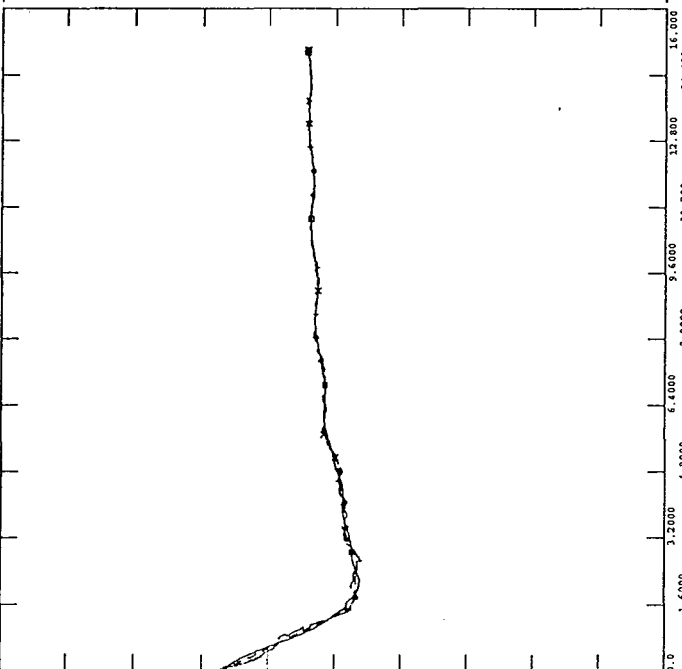
SISTEMA DE GUATEMALA DEMANDA MEDIA 1993
CASOS

FILE: caso8.bin

CHNL# 416: 60° (1. [PRO-LAGUNA])

61.000	CHNL# 431: 60° (1. [PRO-GUATE2])	58.000
61.000	CHNL# 427: 60° (1. [PRO-CENT1])	58.000
61.000	CHNL# 165: 60° (1. [PRO-AHUA-46])	58.000
61.000	CHNL# 174: 60° (1. [PRO-SANT-23])	58.000
61.000	CHNL# 166: 60° (1. [PRO-SOYA-46])	58.000

THU, DEC 10 1992 11:55
FRECUENCIAS CASO8



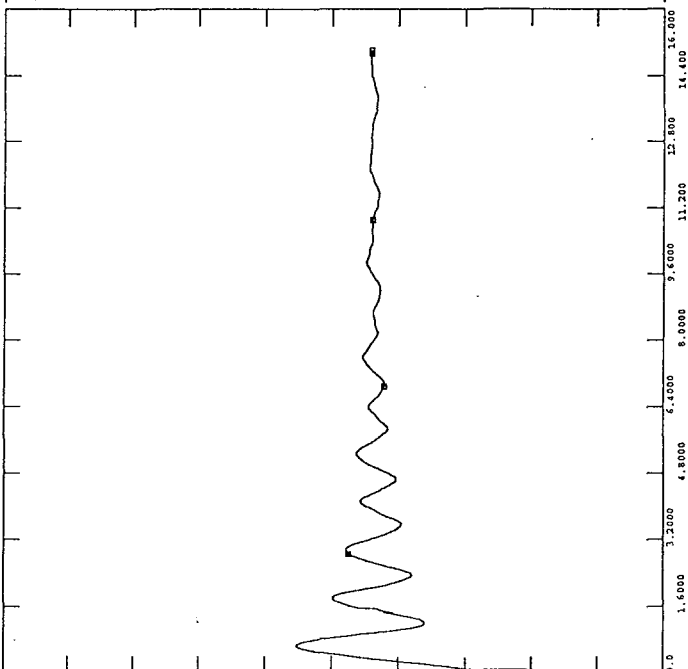
SISTEMA DE GUATEMALA DEMANDA MEDIA 1993
CASOS

FILE: caso8.bin

Figura 68

250.00	CHNL# 247: [AHUA-GE231 (1)]	0.0
--------	-----------------------------	-----

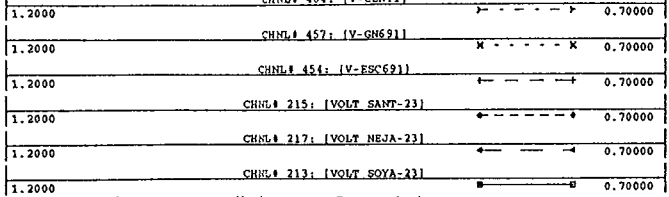
THU, DEC 10 1992 11:55
FLUJO ENLACE CASO8





INTERCAMBIO INDE > CEL-> CEL 50 MW DEMANDA MEDIA 1993
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: caso9.bin
 CHNL# 464: [V-CENT1]



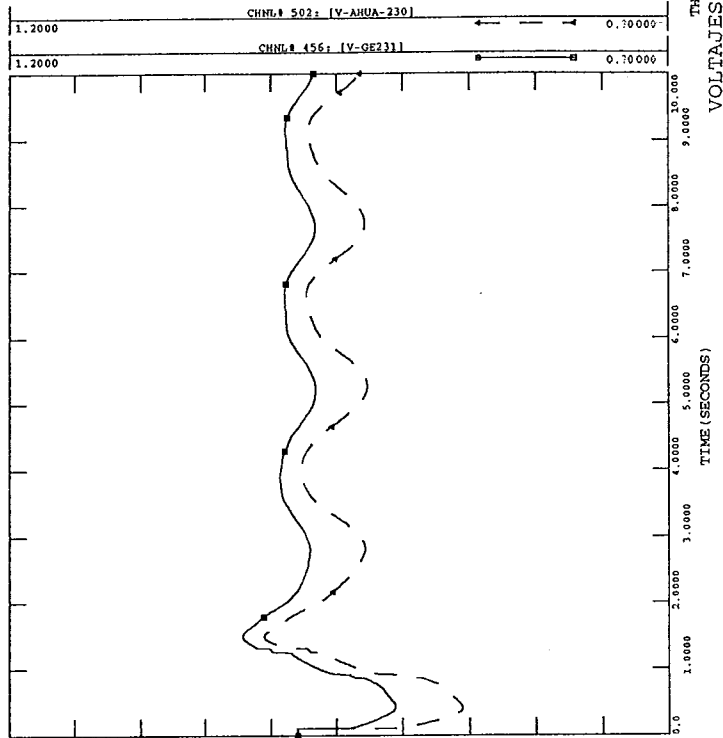
THU, DEC 10 1992 11:19
 VOLTAJES CASO9

TIME (SECONDS)



INTERCAMBIO INDE > CEL-> CEL 50 MW DEMANDA MEDIA 1993
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: caso9.bin



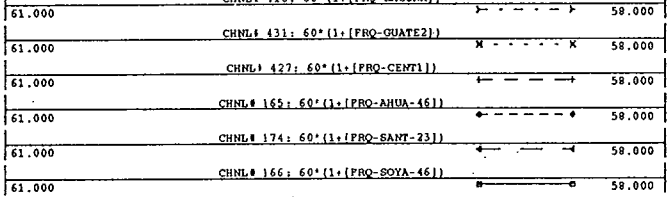
THU, DEC 10 1992 11:19
 VOLTAJES INTERC. CASO9

TIME (SECONDS)



INTERCAMBIO INDE > CEL-> CEL 50 MW DEMANDA MEDIA 1993
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: caso9.bin
 CHNL# 416: 60°(1.[PRO-LAGUNA])



THU, DEC 10 1992 11:19
 FRECUENCIAS CASO9

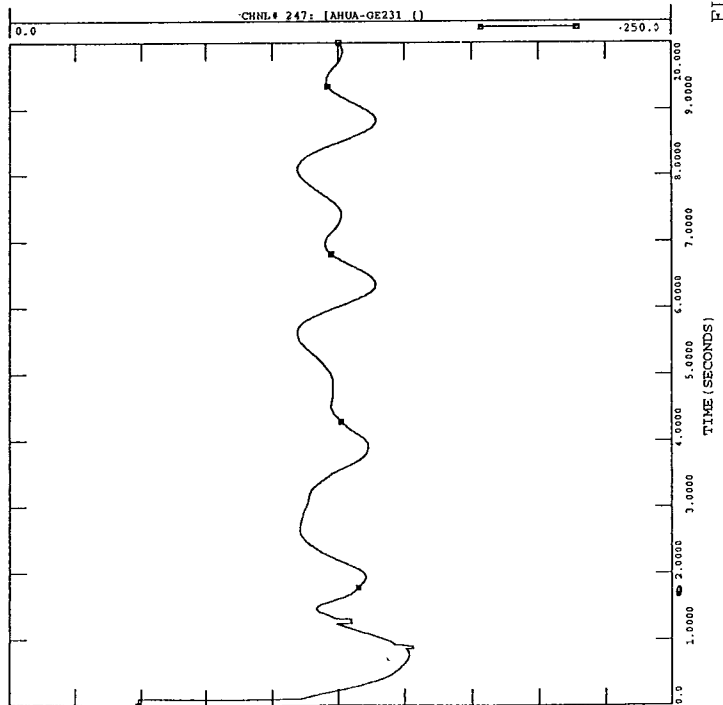
TIME (SECONDS)



INTERCAMBIO INDE > CEL-> CEL 50 MW DEMANDA MEDIA 1993
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: caso9.bin

Figura 69



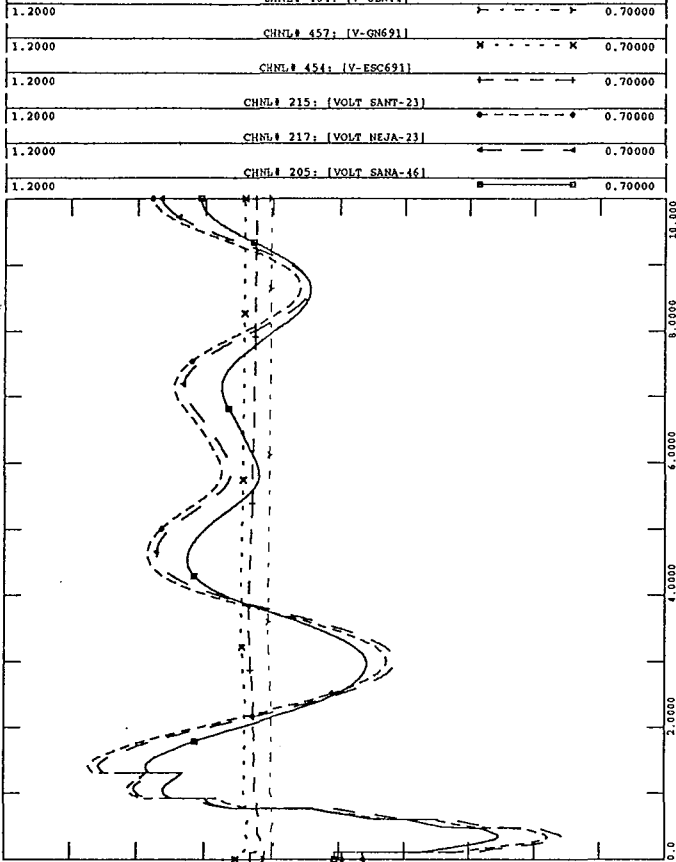
THU, DEC 10 1992 11:19
 FLUJO ENLACE CASO9

TIME (SECONDS)



INTERCAMBIO INDE > CEL-> CEL 50 MW DEMANDA MEDIA 1993
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: caso10.bin
 CHNL# 464: [V-CENT1]

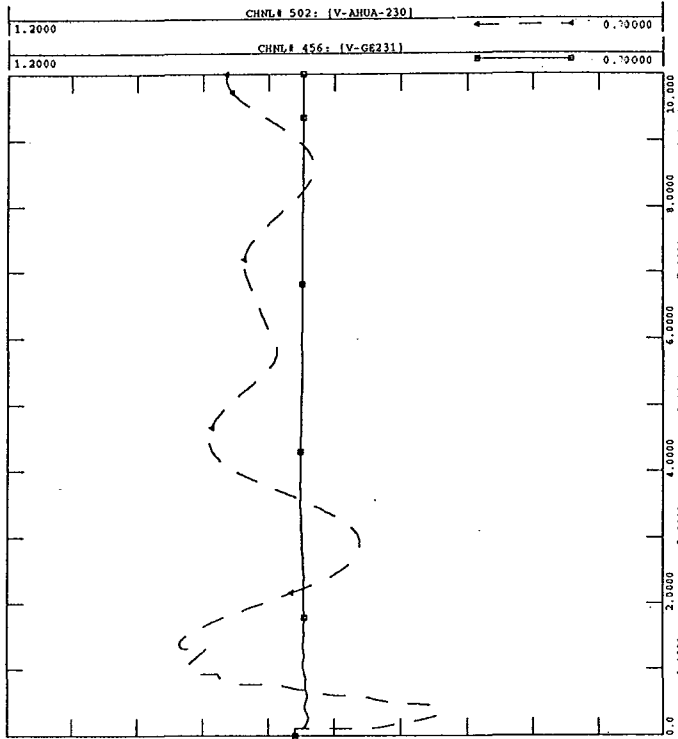


THU, DEC 10 1992 13:04
 VOLTAJES CASO10



INTERCAMBIO INDE > CEL-> CEL 50 MW DEMANDA MEDIA 1993
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: caso10.bin

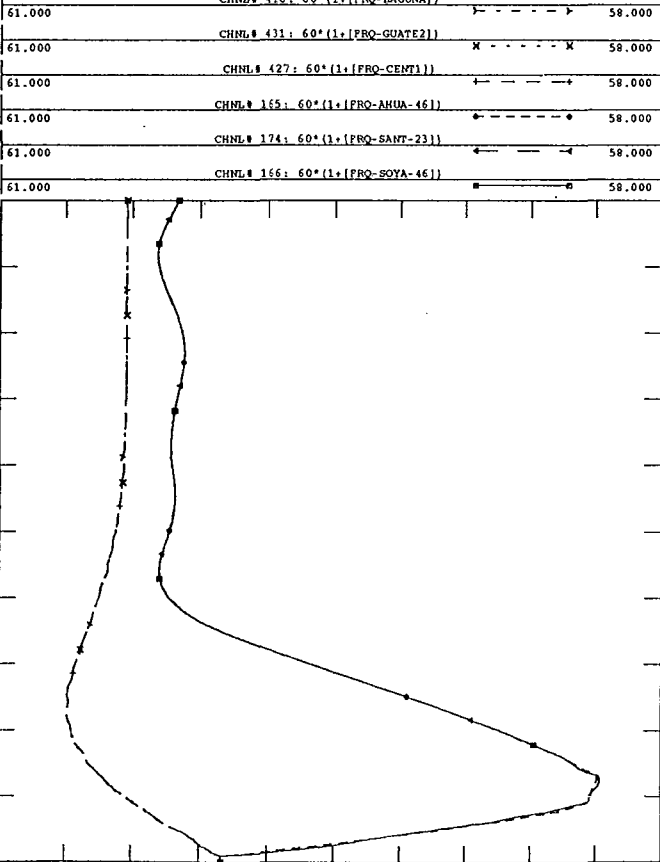


THU, DEC 10 1992 13:04
 VOLTAJES INTERC. CASO10



INTERCAMBIO INDE > CEL-> CEL 50 MW DEMANDA MEDIA 1993
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

FILE: caso10.bin
 CHNL# 416: 60° (1+ [PRO-LAGUNA])



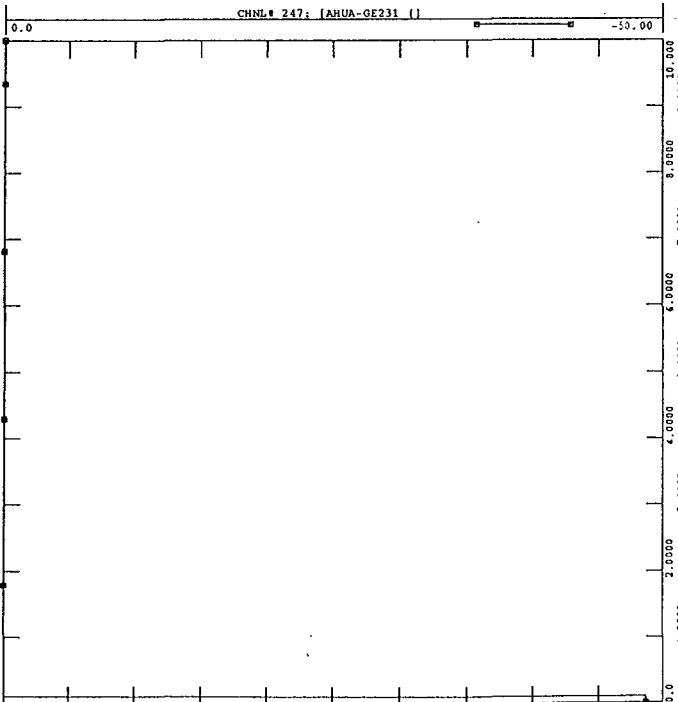
THU, DEC 10 1992 13:04
 FRECUENCIAS CASO10



INTERCAMBIO INDE > CEL-> CEL 50 MW DEMANDA MEDIA 1993
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

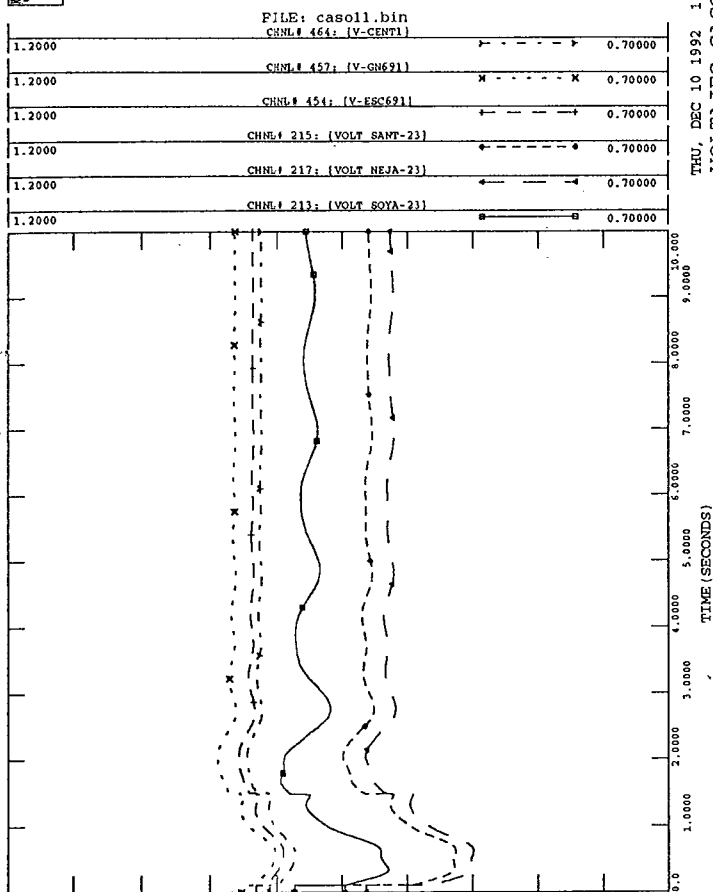
FILE: caso10.bin

Figura 70

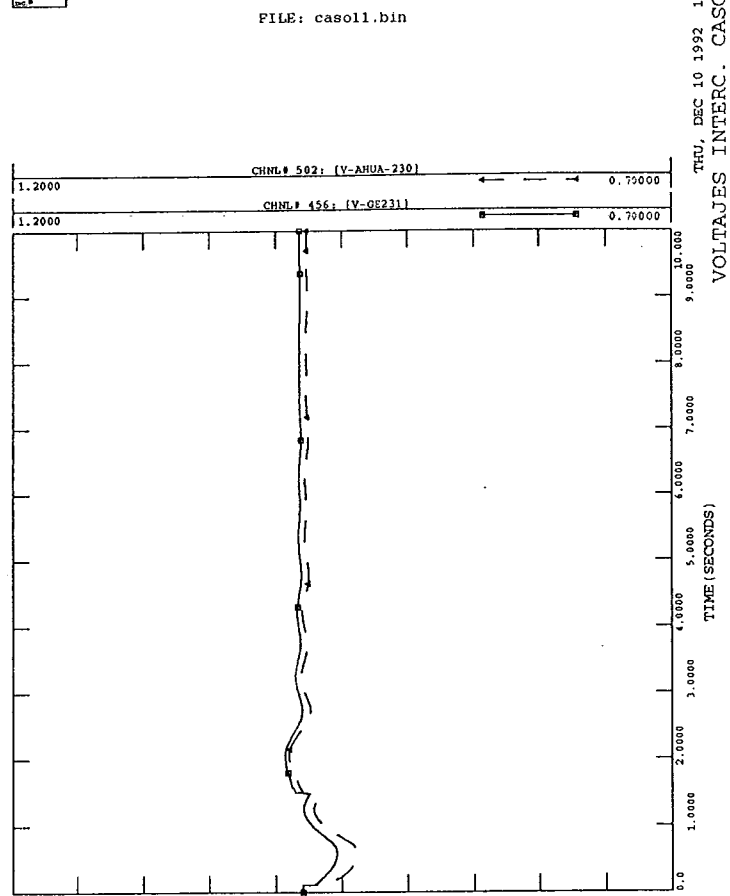


THU, DEC 10 1992 13:04
 FLUJO ENLACE CASO10

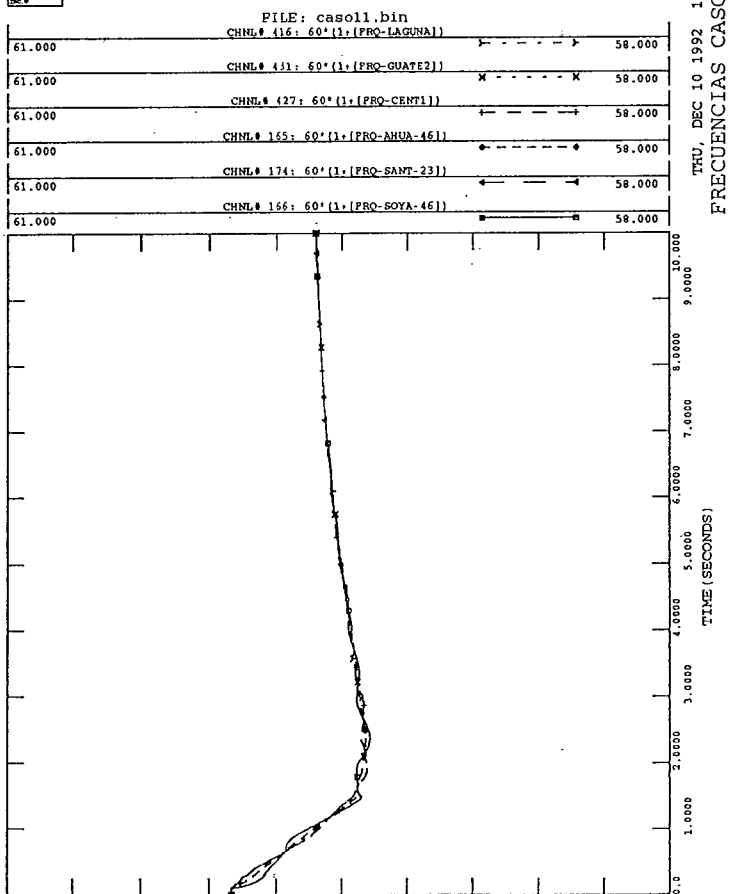
INTERCAMBIO INDE > CEL-> CEL 50 MW DEMANDA MEDIA 1993
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA



INTERCAMBIO INDE > CEL-> CEL 50 MW DEMANDA MEDIA 1993
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA



INTERCAMBIO INDE > CEL-> CEL 50 MW DEMANDA MEDIA 1993
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA



INTERCAMBIO INDE > CEL-> CEL 50 MW DEMANDA MEDIA 1993
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

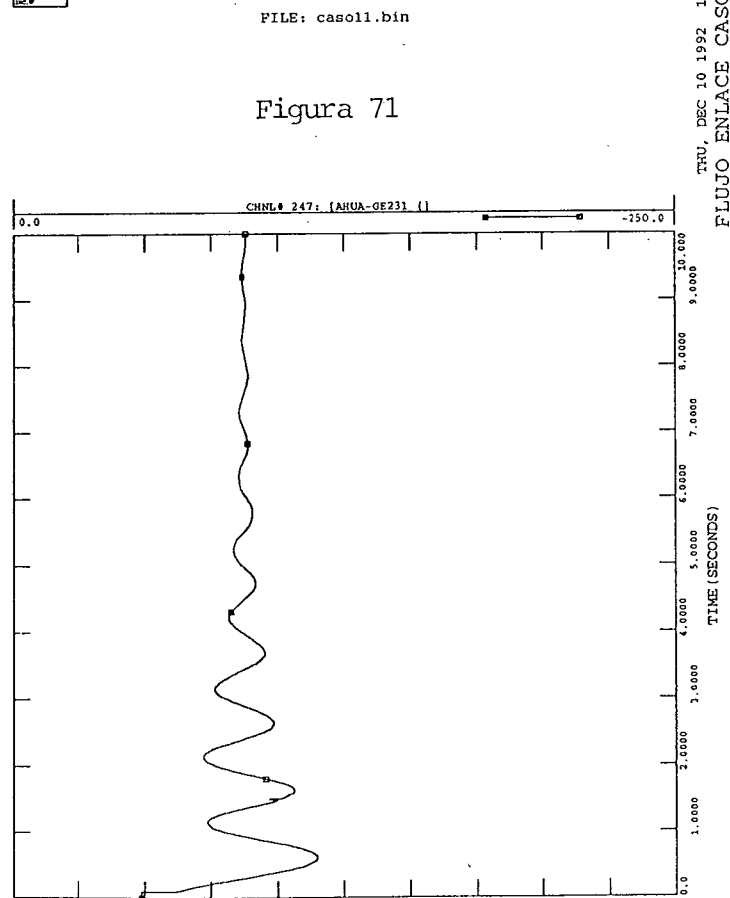
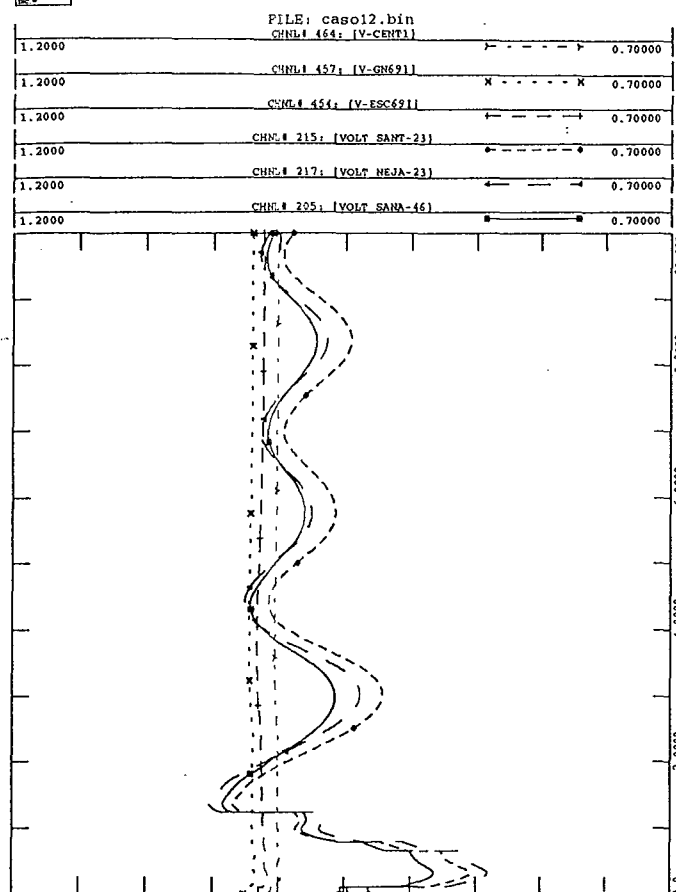


Figura 71



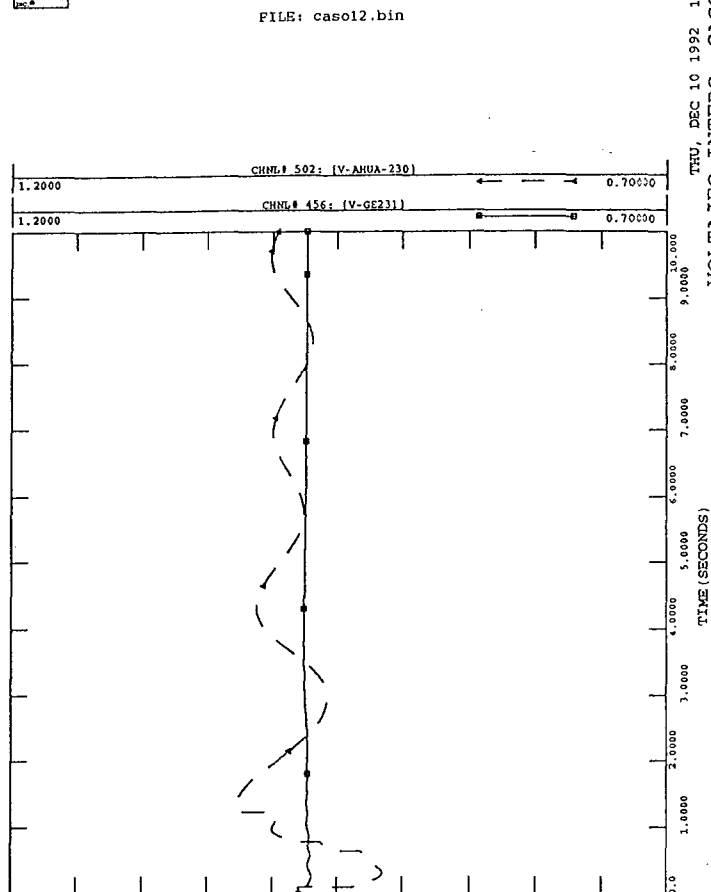
INTERCAMBIO INDE > CEL-> CEL 50 MW DEMANDA MEDIA 1993
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

THU, DEC 10 1992 12:20
 VOLTAJES CASO12



INTERCAMBIO INDE > CEL-> CEL 50 MW DEMANDA MEDIA 1993
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

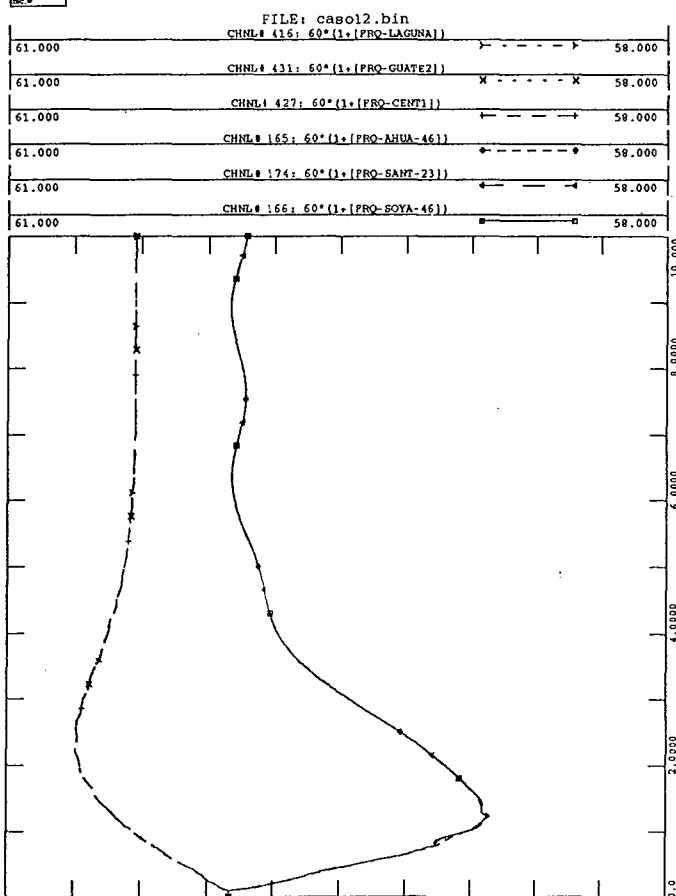
THU, DEC 10 1992 12:20
 VOLTAJES INTERC. CASO12



THU, DEC 10 1992 12:20
 FRECUENCIAS CASO12



INTERCAMBIO INDE > CEL-> CEL 50 MW DEMANDA MEDIA 1993
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA



INTERCAMBIO INDE > CEL-> CEL 50 MW DEMANDA MEDIA 1993
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

THU, DEC 10 1992 12:20
 FLUJO ENLACE CASO12

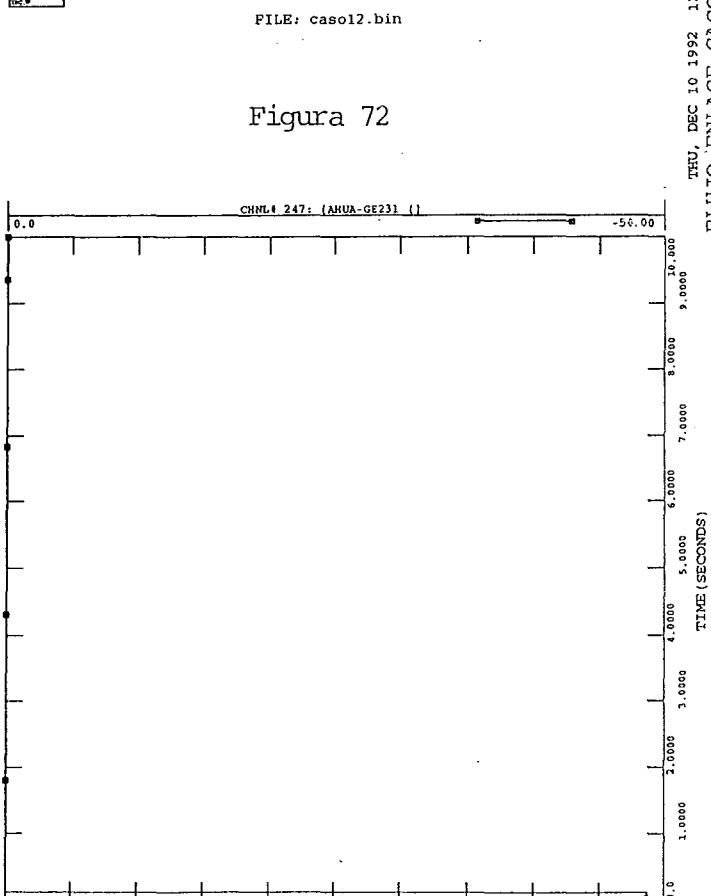
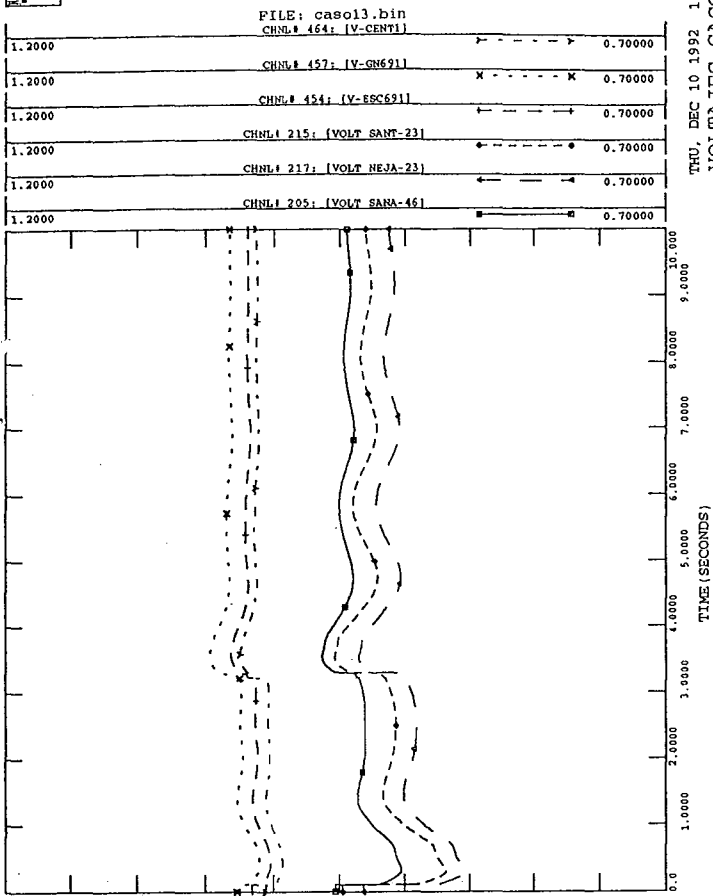


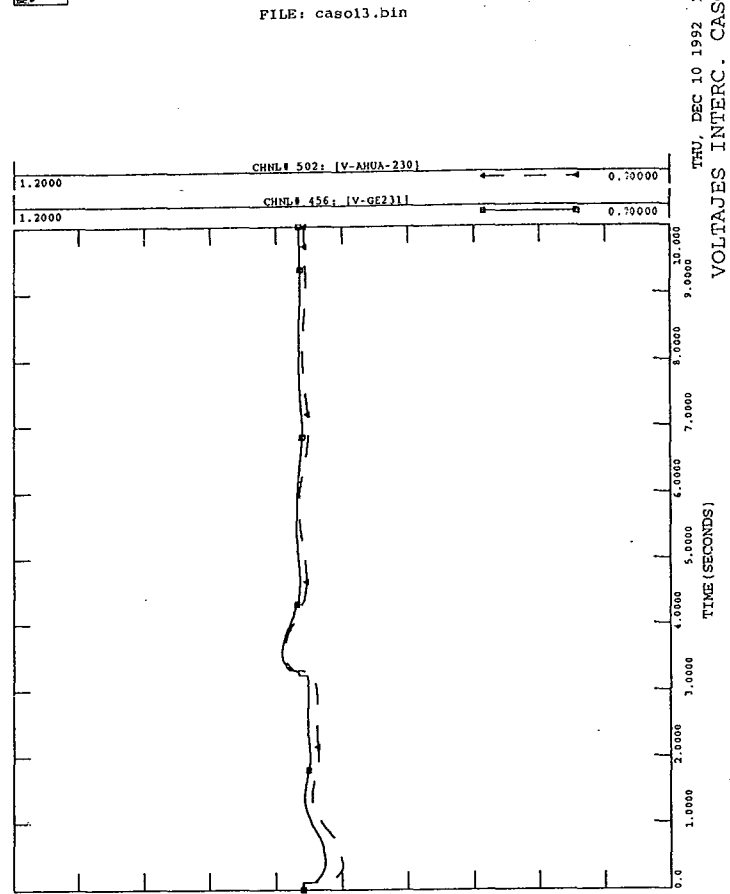
Figura 72



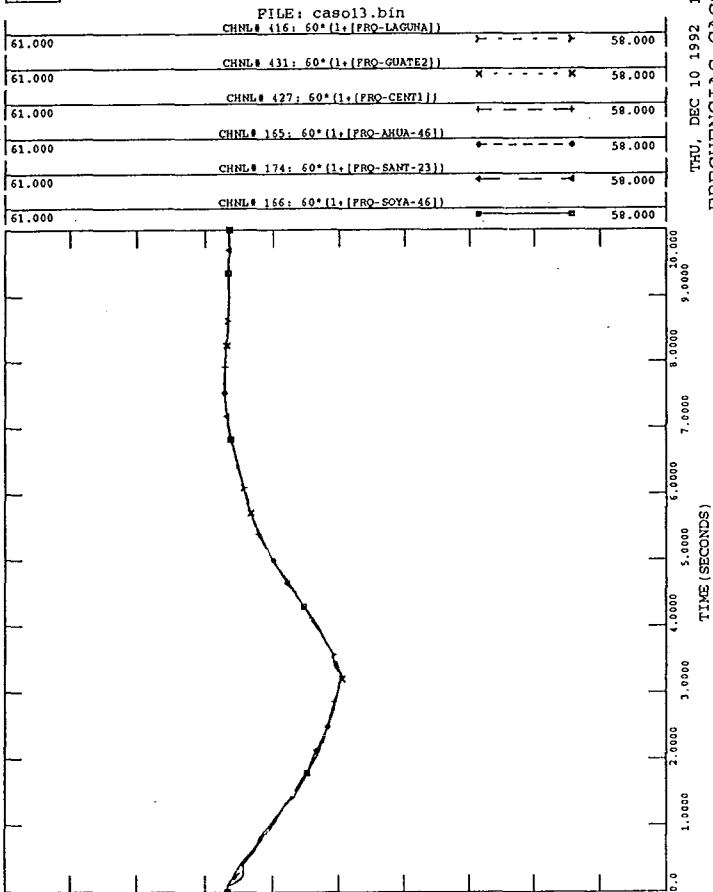
INTERCAMBIO INDE > CEL-> CEL 50 MW DEMANDA MEDIA 1993
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA



INTERCAMBIO INDE > CEL-> CEL 50 MW DEMANDA MEDIA 1993
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA



INTERCAMBIO INDE > CEL-> CEL 50 MW DEMANDA MEDIA 1993
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA



INTERCAMBIO INDE > CEL-> CEL 50 MW DEMANDA MEDIA 1993
 ** ARCHIVO PARA ESTUDIO DISPARO DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA

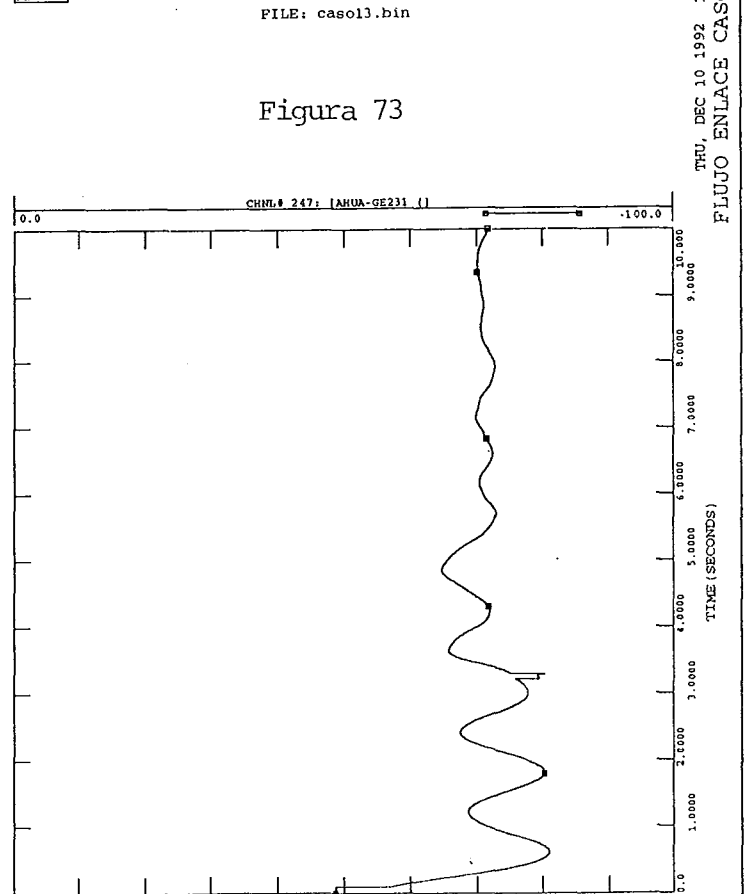


Figura 73



*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
*** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: fallal.bin
CHNL# 435: 60° (1. [PRO-MIXCO])

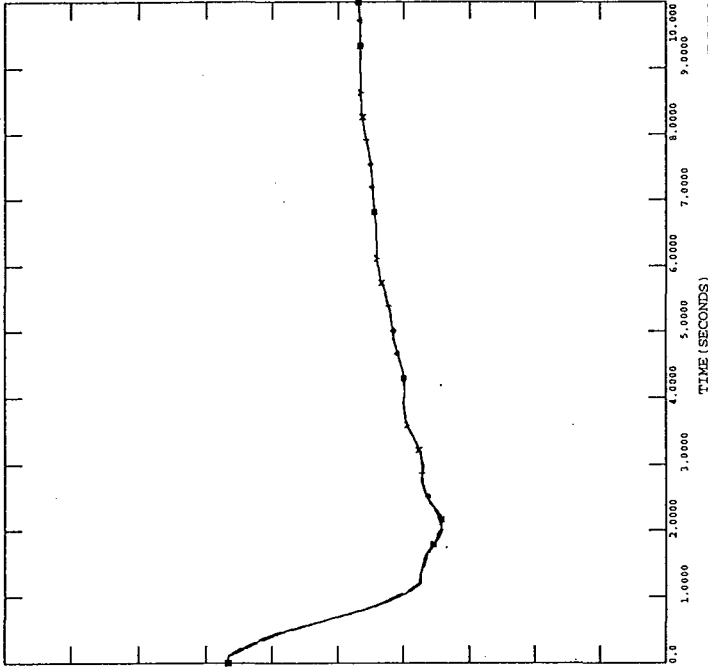
CHNL# 422: 60° (1. [PRO-CENT])

CHNL# 420: 60° (1. [PRO-GN69])

CHNL# 419: 60° (1. [PRO-GE23])

CHNL# 416: 60° (1. [PRO-LAGUNA])

CHNL# 413: 60° (1. [PRO-CHIXOL])



THU, DEC 10 1992 13:35
FRECUENCIAS INDE CASO14



*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
*** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: fallal.bin
CHNL# 464: [V-CENT])

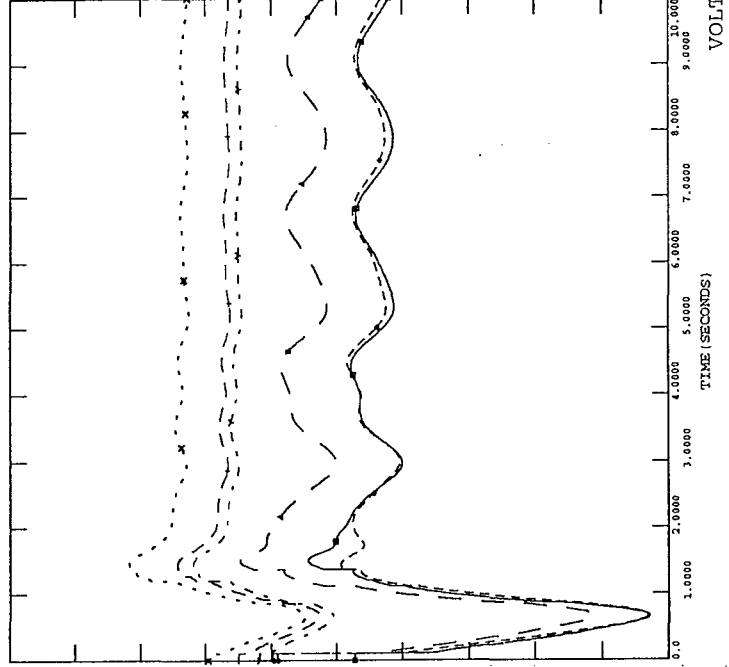
CHNL# 457: [V-GN69])

CHNL# 454: [V-EGC69])

CHNL# 203: [VOLT SHIG-46])

CHNL# 201: [VOLT SRAP-46])

CHNL# 219: [VOLT NCUS-23])



THU, DEC 10 1992 13:35
VOLTAJES INTERC. CASO14



*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
*** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: fallal.bin
CHNL# 167: 60° (1. [PRO-SRAP-46])

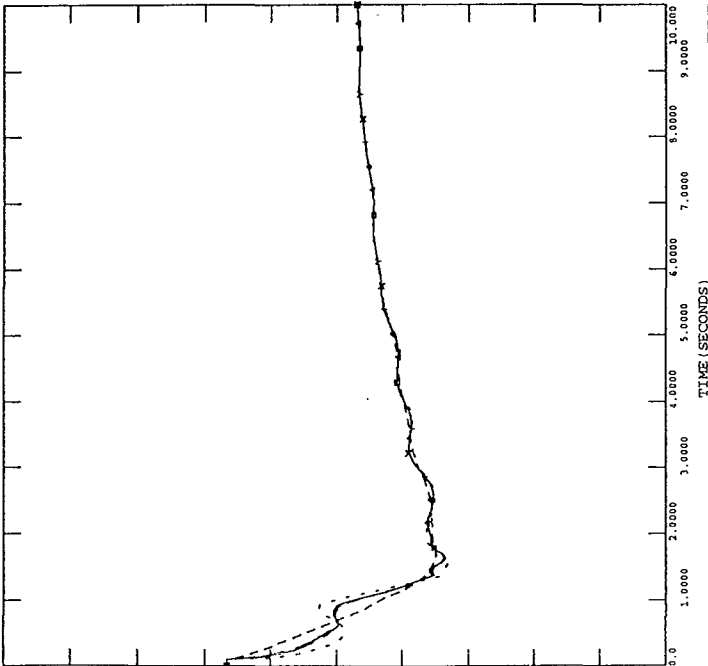
CHNL# 168: 60° (1. [PRO-SHIG-46])

CHNL# 176: 60° (1. [PRO-NCUS-23])

CHNL# 165: 60° (1. [PRO-AHUA-46])

CHNL# 174: 60° (1. [PRO-SANT-23])

CHNL# 166: 60° (1. [PRO-SOYA-46])



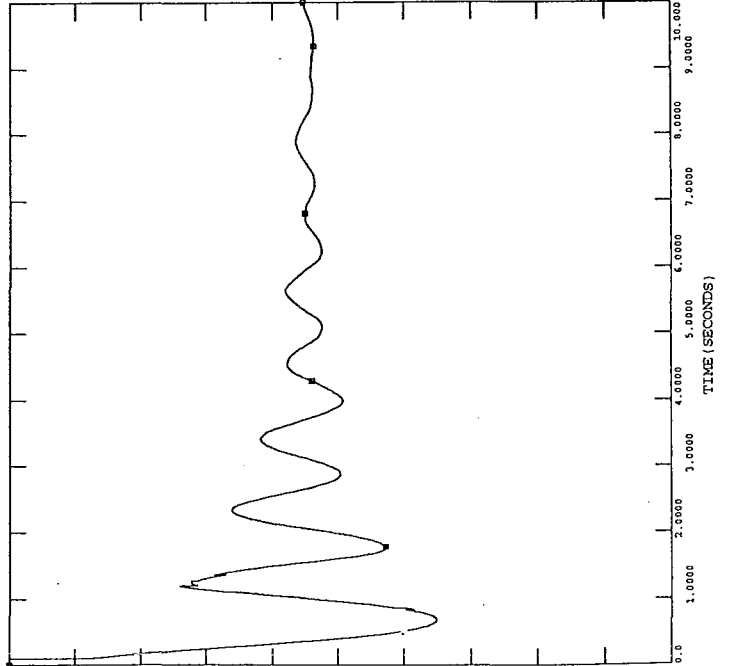
THU, DEC 10 1992 13:35
FRECUENCIAS CEL CASO14



*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
*** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: fallal.bin

CHNL# 247: [AHUA-GE23] (1)



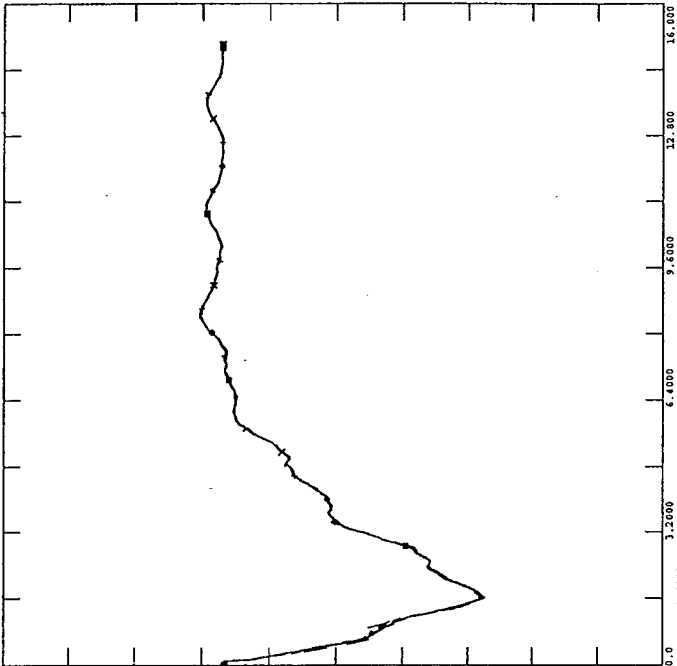
THU, DEC 10 1992 13:35
FLUJO ENLACE CASO14

Figura 74

*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
*** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: falla3.bin
CHNL# 435: 60°(1:[PRO-MIXCO])
CHNL# 427: 60°(1:[PRO-CENT1])
CHNL# 420: 60°(1:[PRO-GH691])
CHNL# 419: 60°(1:[PRO-GE231])
CHNL# 416: 60°(1:[PRO-LAGUNA])
CHNL# 413: 60°(1:[PRO-CHIXO1])

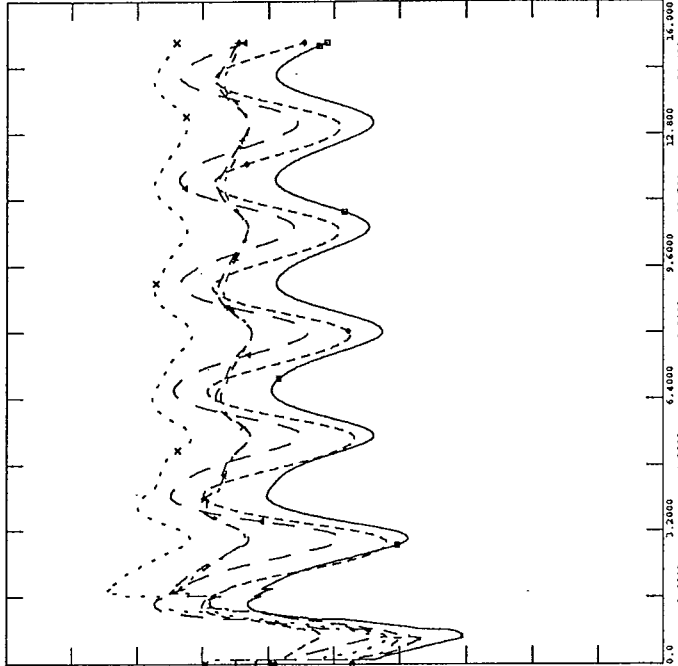
THU, DEC 10 1992 13:33
FRECUENCIAS INDE CASO15



*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
*** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: falla3.bin
CHNL# 464: [V-CENT1]
CHNL# 457: [V-GH691]
CHNL# 454: [V-GE231]
CHNL# 203: [VOLT SMIG-46]
CHNL# 201: [VOLT SRAP-46]
CHNL# 219: [VOLT NCUS-23]

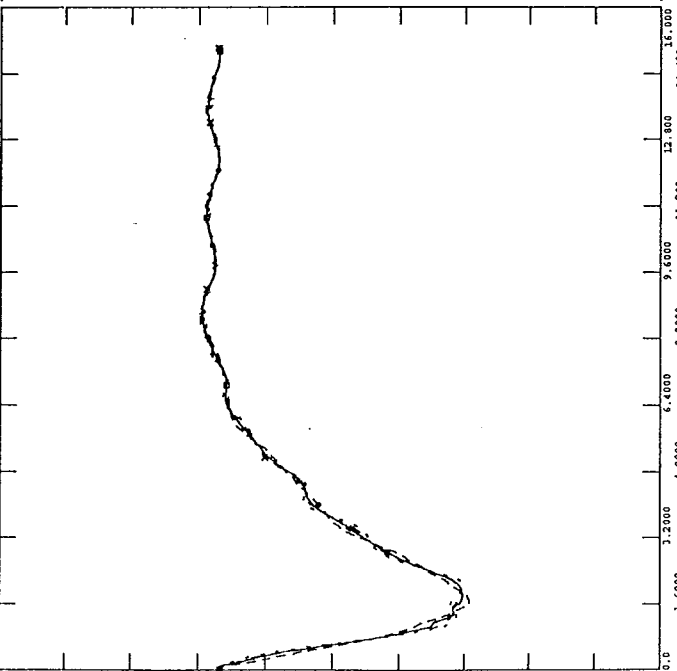
THU, DEC 10 1992 13:33
VOLTAJES INTERC. CASO15



*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
*** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: falla3.bin
CHNL# 167: 60°(1:[PRO-SRAP-46])
CHNL# 169: 60°(1:[PRO-SMIG-46])
CHNL# 176: 60°(1:[PRO-NCUS-23])
CHNL# 155: 60°(1:[PRO-AHUA-46])
CHNL# 174: 60°(1:[PRO-SANT-23])
CHNL# 156: 60°(1:[PRO-SOYA-46])

THU, DEC 10 1992 13:33
FRECUENCIAS CEL CASO15

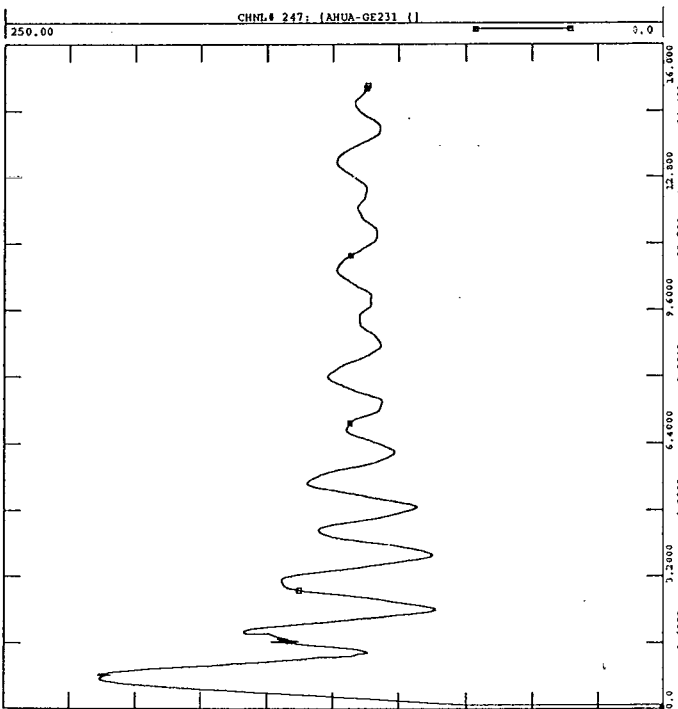


*** DATOS DE EL SALVADOR DEMANDA MAXIMA DE 1993 P.DAT
*** ARCHIVO PARA ESTUDIO DE DISPARO DE CARGA BAJA FRECUENCIA

FILE: falla3.bin

Figura 75

THU, DEC 10 1992 13:33
FLUJO ENLACE CASO15



IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La operación interconectada de los sistemas eléctricos de El Salvador y Guatemala es un ejemplo de los beneficios técnico económicos y de seguridad operativa obtenidos al unirlos eléctricamente, sobre todo en caso de contingencia en alguna de las áreas de control.

2. Se recomienda poner en operación a la brevedad posible los esquemas de desconexión de carga por baja frecuencia (EDBF) que resultaron de los estudios base (año 1993) y la utilización, en ambos sistemas, de relevadores de estado sólido del tipo microporcesado por tener mejores características de respuesta. Asimismo, se recomienda la adquisición e instalación de relés de estado sólido para el sistema del INDE, lo cual permitiría incorporar la carga administrada por esa institución al EDBF. un esquema combinando relés de diferente tecnología (electromecánicos y de estado sólido) no operaría adecuadamente.

3. Se recomienda hacer revisiones periódicas a los esquemas propuestos para detectar anomalías en su comportamiento, y corregirlas realizando mediciones de campo. Asimismo, se sugiere establecer un procedimiento común para ambas empresas, para supervisar la operación del EDBF e intercambiar experiencias para optimizar su operación.

También son necesarias estas revisiones por los cambios asociados al crecimiento de la demanda y a las modificaciones en la topología futura de la red.

4. Dada la diferente asignación de la generación hidráulica en las dos estaciones del año (invierno-verano), se recomienda la implementación de dos esquemas de desconexión de carga en El Salvador, asociados a cada uno de los períodos antes mencionados. En Guatemala, por las condiciones de la topología de su red, esta diversidad de esquemas no es necesaria.

5. En el caso de El Salvador, se recomienda coordinar el esquema de corte de carga con la disminución de la compensación de potencia reactiva asociada a las subestaciones Soyapango y San Antonio Abad, ya que al desconectar carga se experimentan oscilaciones de voltaje del orden del 15% arriba del nominal. Asimismo, se deberán uniformizar los tiempos de operación de los relevadores en las diferentes etapas, para no provocar descoordinación del mismo, que lo lleve a desconectar carga en exceso.

6. Para fortalecer el sistema interconectado se recomienda agilizar la puesta en servicio de la línea Acajutla-Nuevo Cuscatlán, pues facilitará el transporte de la generación concentrada en Acajutla al acercar eléctricamente este punto al principal centro de carga, así como mejorar los posibles intercambios con el INDE.

7. En relación con el análisis del comportamiento dinámico de los sistemas interconectados INDE-CEL, se puede decir:

a) Para los estudios de desconexión de carga por baja frecuencia, el modelaje de la carga se hizo considerando la dependencia, tanto al voltaje como a la frecuencia real y reactiva que poseen los componentes. Se utilizó el modelo IEELCZ para simular el comportamiento dinámico de la carga. Se recomienda dedicar un mayor esfuerzo a la investigación de estos temas.

b) Se depuraron en gran medida los datos dinámicos de ambos países para el proceso de simulación de los esquemas de corte; sin embargo, se recomienda conseguir información más precisa para validar los principales parámetros en cada sistema.

8. Es conveniente profundizar en los estudios dinámicos de los sistemas, tanto en forma aislada como interconectada. Uno de los objetivos de dichos estudios deberá ser el análisis de sobretensiones en diversos nodos de los sistemas, como consecuencia de la desconexión de carga por el EDBF, principalmente en el caso de demanda mínima, efecto que se observó en este estudio y que puede ocasionar severos daños a los equipos.

9. Por otro lado, como resultado de las simulaciones realizadas, se detectaron cambios bruscos en la impedancia registrada en los nodos, principalmente los del anillo que rodea la zona metropolitana de San Salvador, por lo que se recomienda una revisión y coordinación de los esquemas de protección de distancia y así asegurar la confiabilidad del sistema.